

FICHES UE MASTER 2

2026-2027



Les unités d'enseignement proposées en UE d'ouverture sont indiquées en bleu.

Table des matières

UM5BM011 UNIX/LINUX : Informatique pour la biologie	5
UM5BM012 : Conception d'un base de données relationnelle appliquée à la biologie.....	6
UM5BM013 Algorithmique et programmation : notions de base pour les biologistes.....	7
UM5BM016 Introduction à l'analyse bio-informatique des séquences.....	8
UM5BM017 Machine Learning for analysis of scRNAseq & biological data	9
UM5BM021 Chemical Cell Biology	10
UM5BM051 Analyse scientifique	11
UM5BM073 Valorisation des travaux de recherche & technologies du vivant	12
UM5BM074 Edition des génomes par CRISPR/Cas9	14
UM5BM084 Microscopie et imagerie	15
UM5BM090 Valoriser la recherche et intégrer des industries de santé (DU GBM : Diplôme Universitaire. Génie Biologique et Médical)	16
UM5BM091 Projet en biologie moléculaire et cellulaire	18
UM5BM097 Métabolites spécialisés d'origine microbienne	19
UM5BM101 Atelier de protéomique structurale et fonctionnelle	20
UM5BM102 Atelier pratique Biofonderie	22
UM5BM103 Structure et fonction des protéines.....	24
UM5BM114 Stratégies thérapeutiques et pharmacologie moléculaire	26
UM5BM115 Biochimie des protéines.....	28
UM5BM116 Mécanismes fondamentaux du vieillissement	30
UM5BM124 Chimie et bio-ingénierie des produits naturels	32
UM5BM125 Protéines: Biologie de synthèse et ingénierie	34
UM5BM200 Development of marine organisms	36
UM5BM201 Métazoaires et biologie de l'évolution	38
UM5BM202 Biologie et Biotechnologie des Macroalgues.....	40
UM5BM203 Imagerie numérique en biologie.....	42
UM5BM207 From Light to Life: a lab' immersion (IBPC Course)	44
UM5BM211 Developmental biology	46
UM5BM212 Molecular biology of the cell	47
UM5BM215 Cours avancé de biologie cellulaire/ Advanced course in cell biology	49
UM5BM216 Stem cell biology	50
UM5BM217 Conferences in stem cell biology	52

UM5BM220 Conferences in developmental biology	54
UM5BM222 Cell biology and cancer (Curie Institute).....	55
UM5BM233 From marine models to human cancer.....	57
UM5BM285 From cell renewal to disease: safeguarding genome integrity.....	59
UM5BM315 Recherche et développement en biotechnologies.....	61
UM5BM320 Tissue engineering and predictive toxicology.....	62
UM5BM330 Bioproduction	64
UM5BM363 : Production de protéines recombinantes.....	66
UM5BM421 Genomes and epigenomes	68
UM5BM430 Génomique médicale - GenoMed.....	70
UM5BM431 Genome instability and human disease.....	72
~~UM5BM432 Post-transcriptional Gene Regulation.....~~	~~74~~
UM5BM460 Epigenetics, chromatin and nuclear organization: from the normal to the pathological	76
UM5BM461 Human population genomics and genetic epidemiology	78
UM5BM530 Advanced Immunology (Immunologie approfondie)	80
UM5BM540 Immunotherapies and Systems Immunology	82
UM5BM554 Autoimmunity and inflammation	83
UM5BM555 Hereditary immune deficiency and immunosenescence	85
UM5BM556 Interface immunity	87
UM5BM557 Transplantation and new therapies.....	89
UM5BM558 Tumor immunology.....	91
UM5BM559 Antiviral immunity	93
UM5BM560 Systems immunology.....	94
UM5BM562 Monoclonal antibodies and therapeutic applications	96
UM5BM563 New vaccine strategies	97
UM5BM564 Molecular, cellular and gene immunotherapy	98
UM5BM566 Transverse and translational approaches in biotherapies.....	99
UM5BM567 Les métiers des bio-industries, innovation et entrepreneuriat	100
UM5BM569 Conférences en allergie	102
UM5BM571 Immunological Biotherapies: Concepts and development (IBCD).....	103
UM5BM572 Advanced cytometry workshop.....	104
UM5BM575 Immunomonitoring workshop.....	106
UM5BM578 Data analysis in immunology workshop	108
UM5BM580 Neuroimmunology	110
UM5BM611 Caractérisation, rôle et valorisation des molécules microbiennes.....	111

UM5BM612 Aspects généraux de l'évaluation de la sécurité.....	112
UM5BM613 Connaissance de l'entreprise, gestion comptabilité (2)	113
UM5BM614 Composante hygiénique de la qualité des aliments et maîtrise des risques.....	114
UM5BM616 Qualité du milieu : microbiologie environnementale.....	115
UM5BM617 Projet de création d'entreprise (challenge écoles entrepreneurs)	117
UM5BM618 Biodiversité et écologie fonctionnelle des microorganismes	118
UM5BM619 Ecotoxicologie	119
UM5BM630 Bio. Cell & Mol. des parasites & de la cellule hôte	120
UM5BM631 Bio. Cell & Mol. des Champignons & de la cellule hôte.....	122
UM5BM632 Atelier pratique de Biologie des Eucaryotes pathogènes.....	124
UM5BM642 Bactériologie moléculaire et médicale	126
UM5BM644 Microbiologie	127
UM5BM645 Qualité des milieux aquatiques et risques microbiologiques	128
UM5BM647 Virologie fondamentale	130
UM5BM649 Maladies infectieuses émergentes	131
UM5BM653 Outils modernes d'analyse de la biodiversité des microorganismes eucaryotes.....	132
UM5BM655 Génomique environnementale et applications biotechnologiques	133
UM5BM668 Risques microbiologiques naturels ou provoqués.....	134
UM5BM691 Physiologie intégrative des microorganismes	135
UM5BM694 Approches expérimentales en bactériologie moléculaire et médicale	137
UM5BM695 Atelier méthodologique en virologie	138
UM5BM696 Atelier biodiversité microbienne	139
UM5BM731 Bioinformatique et Modélisation.....	140
UM5BM732 Analyse des données à haut débit pour la (méta-)génomique/ High-throughput data analysis for (meta-)genomics	141
UM5BM733 Des données de séquences à la génétique évolutive	142
UM5BM753 Supervised and Unsupervised Learning for Biological Data	144
UM5BM801 ARN : de la molécule aux pathologies	145
UM5BM802 Bio-ingénierie et aspects moléculaires des ARNs	147
UM5BM810 Cellular ecosystems: from modeling to therapeutic treatments.....	149
UM5BM813 Mouse genetics for disease modelling	150
UM5BM817 Rôles multiples de l'ARN : ARNOMIQUE.....	151
UM5BM824 Génétique et épigénétique moléculaire	153
Code EVO : Theory and models in evolutionary biology	155
Code GPS: Genomes, populations, species	156

.

Code GQ : Quantitative Genetics	157
Code ACP : Approche comparative phylogénétique	159
Code MAEE (Maths I) : Stochastic Models in Ecology and Evolution.....	160
Code AMEG (Maths II): Advanced Mathematical Modeling for Evolutionary Genetics	161

UM5BM011 UNIX/LINUX : Informatique pour la biologie

Responsable(s)	Bernard BILLOUD Cyril GALLUT		bernard.billoud@sorbonne-universite.fr cyril.gallut@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	- Tél. : 01 44 27 35 35		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	3	Présentiel		12
Volume horaire (H)	Cours / Conférences	TD	TP	Travail personnel	Site
	9		19		Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français				Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	peut être choisie en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Initiation au traitement de l'information en biologie par l'utilisation des outils de base du système Unix/Linux. Les participants seront mis en situation d'utiliser des logiciels du domaine public et universitaire développés en biologie et bioinformatique, et de les interfacer les uns avec les autres grâce aux outils Unix.
Thèmes abordés	- Outils et environnement UNIX/Linux. - Scripts shell. - Programmation AWK. - Expressions régulières. - Bioinformatique.
Prérequis	Aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	- utilisation experte des logiciels du domaine public et universitaire développés en biologie et bio-informatique - capacité d'interfacer ces logiciels de manière professionnelle grâce aux outils Unix.

Équipe pédagogique

Bernard Billoud, Cyril Gallut, Ingrid Lafontaine, Philippe Lopez, Lucile Megret, Claire Meissner-Bernard, Sophie Pasek

UM5BM012 : Conception d'un base de données relationnelle appliquée à la biologie

Responsable(s)	Cyril GALLUT Bernard BILLOUD		cyril.gallut@sorbonne-universite.fr bernard.billoud@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	- Tél. : 01 44 27 35 35		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	3	Présentiel		12
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	12		8		Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
	Français/Anglais	Français	Français		Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	peut être choisie en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	La formation prendra comme support des données biologiques. L'accent sera mis sur la modélisation des données, la réalisation d'un schéma conceptuel et son implémentation informatique. Une part importante sera dévolue à la pratique afin de maîtriser la conception et l'utilisation d'une base de données.
Thèmes abordés	– Notion de données, – modèle relationnel, – schéma conceptuel, – réalisation d'une base de données, – langage SQL.
Prérequis	Aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	– Modéliser des données biologiques, – concevoir un schéma entité–association, – concevoir un schéma conceptuel relationnel, – créer une base de données, – manipuler une base avec le langage SQL, – importer/exporter des données dans une base.

Equipe pédagogique

Bernard Billoud, Cyril Gallut, Sophie Pasek

UM5BM013 Algorithmique et programmation : notions de base pour les biologistes

Responsable(s)	Bernard BILLOUD Cyril GALLUT		bernard.billoud@sorbonne-universite.fr cyril.gallut@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	- Tél. : 01 44 27 35 35		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	3	Présentiel		12
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	9		19		Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français		Français		Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	- peut être choisie en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Initiation à la programmation et à l'algorithmique. Faisabilité d'un algorithme : les problèmes simples et les problèmes complexes. Présentation des algorithmes classiques pour l'optimisation, les métaheuristiques et le traitement des données.
Thèmes abordés	- Algorithmique. - Structure des données. - Complexité. - Heuristiques et méthodes d'optimisations. - Apprentissage de base du langage Python.
Prérequis	Aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	– concevoir un algorithme et l'implémenter en langage Python – évaluer la complexité d'un algorithme – connaître les principes de l'optimisation numérique

Équipe pédagogique

Bernard Billoud, Mathilde Carpentier, Elodie Duprat, Cyril Gallut, Ingrid Lafontaine, Elodie Laine, Philippe Lopez, Lucile Megret, Claire Meissner-Bernard, Sophie Pasek.

UM5BM016 Introduction à l'analyse bio-informatique des séquences

Responsable(s)	Bernard BILLOU Cyril GALLUT		bernard.billoud@sorbonne-universite.fr cyril.gallut@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	- Tél. : 01 44 27 35 35		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	3	Présentiel		15
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	9		19		Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français		Français		Français
Évaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	peut être choisie en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Montrer les méthodes et algorithmes utilisés pour l'analyse de séquences génomiques. Ces algorithmes seront étudiés de manière à mettre en évidence la pertinence du paramétrage des logiciels utilisés. L'installation des logiciels sera abordée, ainsi que son utilisation en ligne de commande. Les avantages par rapport à l'utilisation WEB seront présentés.
Thèmes abordés	Langage de programmation Unix, programmation dynamique, alignements multiples, scores d'alignements et validation statistique, banques de données de séquences, algorithmes de recherche de similarités et détermination de motifs, stratégie d'analyse.
Prérequis	Aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	Les participants seront capables de mettre en œuvre de façon adéquate les méthodes bioinformatiques disponibles sur le WEB et de personnaliser leur travail de façon <i>ad hoc</i> .

Équipe pédagogique

Lucie Bittner, Bernard Billoud, Mathilde Carpentier, Eduardo Corel, Ingrid Lafontaine, Elodie Laine, Philippe Lopez, Sophie Pasek.

UM5BM017 Machine Learning for analysis of scRNAseq & biological data

Responsable(s)	Lorette NOIRET Cyril GALLUT		lorette.noiret@sorbonne-universite.fr cyril.gallut@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)					
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	3	Présentiel		12
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	10		20		SU
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Anglais		Anglais		Anglais
Évaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE d'orientation proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Machine learning plays a pivotal role in bioinformatics, particularly in the analysis of single cell RNA sequencing (scRNAseq) data. This course offers a comprehensive introduction to the key machine learning techniques used in scRNAseq bioinformatic pipeline as an example: dimension reduction (PCA, UMAP), clustering (k-means, Leiden algorithm), and multivariate regression. The course will emphasize practical implementation over complex mathematics. You will develop a conceptual understanding and learn how to apply these methods, optimize their parameters, and interpret their results. While the primary example will be on scRNAseq datasets, examples from other domains will also be explored to enhance understanding.
Thèmes abordés	R, unsupervised/supervised approaches, scRNASeq pipeline
Prérequis	Basic computer and programming skills. 1 week intensive class (6h/day for 5 days), a high implication is required during the week.
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	Understand and implement the scRNAseq pipeline to identify cellular populations (Seurat) • Develop a high level understanding of unsupervised (dimension reduction, clustering) and supervised learning (regression) • Implement the techniques in R and interpret the results

Équipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Lorette Noiret
- Enseignants : Lorette Noiret + Cyril Gallut

UM5BM021 Chemical Cell Biology

Instructor(s)	Joëlle Sobczak Thépot Jean-Baptiste Brault		joelle.sobczak_thepot@sorbonne-universite.fr jean-baptiste.brault@sorbonne-universite.fr	
Coordinator(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr	
Details	Semester	ECTS	In Person / Online	Maximum size
	S3	3	In person	24
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Conferences	Site
			20	Sorbonne Université
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work	Course materials
French/English	English	English	English	English
Evaluations	Consult the document "Dates and rubrics" and/or the course instructor			
Types of course	This orientation course is proposed as an open course			

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This international course aims to address recent applications of bio-orthogonal chemistry to molecular and cell biology. The course duration is 1 week with seminars, organized by Sorbonne Université. Participants will become familiar with modern chemical tools dedicated to study intracellular structures and molecules (probes, trackers, ...) and to acquire the most recent technical approaches developed to probe living cells and organisms (imaging, click-based strategies, ...). The seminars bring together international specialists in the field. Various applications are addressed in relation to fundamental cell biology, developmental biology and cancer (large-scale approaches to identify drug targets, biophysical approaches, multi-scale imaging, targeted protein degradation, PROTACs and glues).
Topics covered	Cytoskeleton, cell proliferation, intracellular trafficking, click chemistry, mitochondrial function, photo-dynamic therapy; applications in basic science and in cancer therapies.
Prerequisites	Basic knowledge in cell biology, biochemistry and chemistry
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	Critical scientific analysis of research papers at the interface between cell biology and chemistry Oral presentation of scientific data and concepts Written report of scientific data and concepts in the field

Teaching team

Team leaders: Director: Joëlle Sobczak-Thépot; Arnaud Gautier
Instructors: researchers specialist in the field.

UM5BM051 Analyse scientifique

Responsable(s)	Alexandre Escargueil		alexandre.escargueil@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	- Tél. : 01 44 27 35 35		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		250
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	60 : répartition variable selon les parcours				SU
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français ou Anglais	Français ou anglais			Français ou anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	Analyse scientifique				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Développer les compétences de l'analyse scientifique dans le domaine de la recherche et du développement. A l'issue de cette unité d'enseignement, les étudiants auront acquis une capacité d'analyse permettant d'identifier les points importants des textes scientifiques. Ils auront également acquis l'aptitude à résumer et à critiquer des documents scientifiques.
Thèmes abordés	L'unité d'enseignement sera déclinée dans les différents parcours de la mention et pourra être spécifique de thématiques données.
Prérequis	Aucun

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Chahrazade El Amri, Ingrid Lafontaine, Sophie Louvet, Véronique Mateo, Guennadi Sezonov, Joëlle Sobczak-Thépot et Laure Teyssset.
- Enseignants : enseignants-chercheurs et chercheurs variant selon le parcours.

UM5BM073 Valorisation des travaux de recherche & technologies du vivant

Responsable(s)	Jean-Baptiste FINI Hélène SALIN		jean-baptiste.fini@mnhn.fr helene.salin@mnhn.fr		
Gestionnaire(s)	- Tél. : 01 44 27 35 35 Patricia MAROLEAU (MNHN)		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr maroleau@mnhn.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	3	Présentiel		40
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	24	6			Campus P&M Curie
Langue d'enseignemen t	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglai s	Français	Français			Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE Examen à rendre le 16 janvier 2026 par email aux responsables d'UE				
Type d'UE	UE d'orientation proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	• sensibiliser les étudiants à l'importance de valoriser les travaux de recherche, • leur présenter les différentes possibilités de valorisation et les moyens disponibles pour mettre en œuvre de tels projets (propriété intellectuelle, dépôt de brevets, transfert de technologie, création de start-up etc), • leur faire découvrir le monde de l'entreprise lié aux technologies du vivant et les débouchés professionnels associés.
Thèmes abordés	La formation s'articule autour de 5 grands axes qui permettent de : • replacer les enjeux de la valorisation de la recherche dans le contexte socio-économique actuel à l'échelle nationale et internationale, • aborder les questions de propriété intellectuelle, notamment avec des intervenants de la SATT Lutech, • appréhender les moyens mis à la disposition des chercheurs d'organisme public et du personnel du secteur privé pour innover, valoriser, transférer leurs technologies, leurs inventions et créer leur entreprise, avec l'intervention de responsables de valorisation d'organismes publics et de chargés d'affaires de l'incubateur Agoranov, • prendre conscience des aspects de la réglementation et du marché dans tout projet de valorisation, • découvrir des exemples de valorisation, les parcours personnels de créateurs d'entreprises ainsi que le monde de l'entreprise lié aux technologies du vivant.
Prérequis	Aucun

Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	Notions en propriété intellectuelle, en marketing, en réglementation dans différents domaines d'application (médicament, dispositif médical, agro-alimentaire, cosmétique etc), en création d'entreprises, en montage d'un projet de valorisation, et ce dans différents domaines d'application. Meilleure connaissance du monde de l'entreprise
---	---

Equipe pédagogique

- Animateur de l'équipe : Hélène Salin et Jean-Baptiste Fini.
- Cours Magistraux : Mathieu Porchet, Léa Melkies, Jean-Paul Cadoret, Mélie Lardeau, Anastasia Druot, Grégory Lemkine, Lionel Morvan, Cédric Poigneau, Hélène Salin et Jean-Dominique Wahiche.

UM5BM074 Edition des génomes par CRISPR/Cas9

Responsable(s)	Lauréline Roger Anne De Cian		laureline.roger@mnhn.fr anne.de-cian@mnhn.fr		
Gestionnaire(s)	- Tél. : 01 44 27 35 35		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	3	Présentiel		12
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
		20	10		MNHN
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais		Français	Français		Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	Atelier proposé en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Atelier pratique (TP+TD) pour comprendre la conception, la validation et l'analyse d'une expérience d'édition du génome utilisant le système CRISPR/Cas9.
Thèmes abordés	- J1 : Comprendre le fonctionnement du complexe CRISPR/Cas9 et ses applications. Mettre en œuvre et analyser une activité de coupure <i>in vitro</i> (TP). - J2-J3 : Concevoir des guides ARN pour inactiver un gène ("Knock-Out") (TD sur ordinateur). Cloner des guides ARN dans un vecteur et analyser les résultats de séquençage (TP). - J3 : Génotyper et analyser les résultats d'une expérience d'édition du génome (TD+TP sur exemples). - J4-J5 : Mise en place d'une stratégie d'édition du génome pour introduire une modification contrôlée de type "Knock-In". Mini-projet par binôme (TD sur ordinateur)
Prérequis	Biologie Moléculaire et cellulaire (niveau licence). Bioinformatique (bases). Des notions sur le système CRISPR/Cas9 seraient appréciées.
Compétences acquises à l'issue de l'UE	- TP: Biologie moléculaire (Clonage, PCR, Electrophorèse, digestion enzymatique) - TD: Bioinformatique (rechercher et visualiser un gène sur les bases de données, identifier les meilleurs guides ARN dans une région donnée (CRISPOR.tefor.net), manipuler les séquences <i>in silico</i> (clonage, PCR).

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Lauréline Roger et Anne De Cian

- Travaux Dirigés et Travaux Pratiques : Alice Brion, Danièle Praseuth, Anne De Cian, Lauréline Roger

UM5BM084 Microscopie et imagerie

Responsable(s)	Jean-Baptiste Boulé Coralie Martin: Frédéric Fercoq		jbboule@mnhn.fr cmartin@mnhn.fr frederic.fercoq@mnhn.fr	
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr	
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel	Effectif maximal
	S3	3	Présentiel	9
Volume horaire (H)	Cours	TD/TP		Site
	8	22		MNHN
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP	Supports de cours
Français/Anglais	Français	Français	Français	Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» Evaluation continue (TP/TD) et examen sur table			
Type d'UE	Atelier proposé en UE d'ouverture			

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Le contenu de ce module est essentiellement une approche pratique des outils et méthodes permettant la visualisation des structures et compartiments cellulaires par microscopie photonique en champ clair et en fluorescence. Une série de cours permettra d'acquérir les notions de bases du domaine. Différentes préparations seront observées sur trois microscopes: un microscope confocal, un stéréomicroscope et un scanner de lames haut débit. Les étudiants participeront à l'acquisition et à l'analyse des images en 2D et 3D.
Thèmes abordés	• Histoire de la microscopie et principes fondamentaux de l'optique et de la fluorescence • Fonctionnement des microscopes en champ clair, à fluorescence et confocaux • Préparation des échantillons pour l'imagerie photonique • Acquisition d'images en 2D, en 3D et en temps réel • Introduction au traitement et à l'analyse d'images scientifiques
Prérequis	Aucun pré-requis n'est exigé pour suivre cette unité d'enseignement
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	Cet atelier a pour objectif de donner des bases de microscopie photonique (champ clair et fluorescence) et des notions d'analyse d'images. Il sera montré, à partir d'exemples, l'ensemble de la chaîne d'acquisition, de traitement et d'analyse d'images.

Equipe pédagogique

-Jean-Baptiste Boulé, Coralie Martin, Frédéric Fercoq, coordinateurs de l'UE

Liste non exhaustive

Ingénieurs plateforme : Cyril Willig, Xavier Marques.

UM5BM090 Valoriser la recherche et intégrer des industries de santé
(DU GBM : Diplôme Universitaire. Génie Biologique et Médical)

Responsable(s)	Adrien SIX Alain SEZEUR		adrien.six@sorbonne-universite.fr alain.sezeur@sorbonne-universite.fr medecine-dugbm@sorbonne-universite.fr	
Gestionnaire(s)	- Tél. : 01 44 27 35 35		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr	
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel	Effectif maximal
	S3	3	Présentiel	20
Volume horaire (H)	Cours	TD	Conférences	Site
	-	-	30	Faculté de Santé Sorbonne Université 91 Bd Hôpital 75013 PARIS
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP	Supports de cours
	Français/Anglais	Français	Français	Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE Evaluation : Résumé de conférence			
Types d'UE	UE proposée en UE d'ouverture			

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cette unité d'enseignement a pour but de faire connaître l'environnement social, économique et réglementaire du domaine biomédical afin de favoriser la valorisation des recherches et les partenariats recherche-industrie, l'insertion des étudiants dans les industries de santé, la création d'entreprise innovante et de faire connaître les carrières offertes par l'industrie biomédicale. Les partenariats recherche entreprise doivent se professionnaliser à l'heure des concentrations de l'industrie pharmaceutique et biomédicale. Souvent, les innovateurs connaissent mal les procédures pour valoriser et protéger leurs innovations par des brevets et ont des difficultés à trouver un industriel susceptible de développer leurs inventions.
Thèmes abordés	- Innovation biomédicale. Comment innover ? Protection industrielle (prise de brevet, protection des logiciels, ...). Veille technologique. Moyens à la disposition du chercheur pour innover. Financement de la recherche appliquée Bpi France, Ministères, CE, ...) et de la création d'entreprise. Statut juridique des entreprises issues de la recherche ... Création d'entreprise innovante, Dynamique de projet. - Rapports chercheurs-industriels ou de l'innovation au marché. Transfert industriel des innovations en France et à l'étranger. Collaboration médecin-industrie dans les différentes disciplines. Contraintes des industriels. Comment négocier un contrat avec l'industrie ? Enjeux industriels et commerciaux de la recherche. Création

	d'entreprise innovante, l'apport des études de marchés, valorisation des données de santé... - Directives européennes des normes et évaluation du matériel. Procédures françaises et étrangères. Planification des diffusions des nouvelles technologies médicales. Les technopoles biomédicales. L'intelligence économique. - Stratégies d'innovation dans l'industrie pharmaceutique. - Carrières offertes dans l'industrie biomédicale. - Stratégies de veille technologique et de transfert d'innovations biomédicales : applications concrètes avec mise en situation. - Possibilité de se créer un réseau de relations professionnelles.
Prérequis	- Volonté d'intégrer sa future démarche professionnelle en prenant en compte le contexte économique et réglementaire qu'impose la recherche biomédicale appliquée, volonté de collaborer efficacement à un partenariat recherche / industrie ou volonté de mieux connaître le monde industriel biomédical pour y trouver un emploi. - Obligation de fournir un certificat précisant que les vaccinations DT-Polio, hépatite B et BCG sont à jour.
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outil)	Connaissance de l'environnement social économique et réglementaire de la santé et des métiers qui s'y rapportent pour trouver un emploi. Offres d'emploi proposées régulièrement via le réseau DU GBM. Capacité de valoriser ses activités de recherche Dates de l'enseignement : - Session 1 : 13 au 15 janvier 2026 - Session 2 : 27 au 30 janvier 2026 - Session 3 : 17 au 20 mars 2026

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Directrice : Julie RACHLINE, Responsables Adrien SIX, Alain SEZEUR
— **secrétariat 01 40 77 94 64**

- Intervenants : Spécialistes du domaine biomédical, chercheurs, enseignants-chercheurs, responsables de services de valorisation, représentants des institutions de recherche, d'entreprises du domaine, de syndicats et associations professionnels, spécialistes des aspects juridiques et réglementaires du domaine biomédical (brevet, logiciels, normes, essais cliniques, contrats, partenariats, financement...)

UM5BM091 Projet en biologie moléculaire et cellulaire

Responsable(s)	Alexandre Escargueil	alexandre.escargueil@sorbonne-universite.fr			
Gestionnaire(s)		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr			
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		250
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	60 : répartition variable selon les parcours.				SU
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français ou anglais				Français ou anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de projet				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Développer les capacités à élaborer un projet - scientifique ou autre - dans le domaine de la recherche, du développement, du management, de la communication, ... Lors de cette unité d'enseignement, les étudiants devront maîtriser l'élaboration d'un document sur lequel eux-mêmes ou d'autres pourront s'appuyer pour décider de la faisabilité du projet décrit.
Thèmes abordés	L'unité d'enseignement sera déclinée dans les différents parcours de la mention et pourra être spécifique de thématiques données.
Prérequis	Aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Chahrazade El Amri, Ingrid Lafontaine, Sophie Louvet, Véronique Mateo, Guennadi Sezonov, Joëlle Sobczak-Thépot et Laure Teyssset
- Enseignants : enseignants-chercheurs et chercheurs variant selon le parcours.

UM5BM097 Métabolites spécialisés d'origine microbienne

Responsable(s)	Soizic PRADO Séverine ZIRAH		soizic.prado@mnhn.fr severine.zirah@mnhn.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	3	Présentiel		16
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	3	16	9	2	MNHN
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
	Français/Anglais	Français	Français		Français
Evaluations	Compte-rendu (30%) et présentation orale (70%), par binôme				
Type d'UE	Atelier proposé en UE d'ouverture Candidature auprès de S. Zirah. Nombre de places limité				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Apprendre les méthodes de chimie des produits naturels microbiens avec des approches du gène à la molécule : depuis l'analyse de génomes aux méthodes d'isolement et de caractérisation structurale par spectrométrie de masse et RMN.
Thèmes abordés	Outils d'exploration de génomes microbiens pour la recherche de clusters de biosynthèse. Méthodes d'isolement et de caractérisation structurale de métabolites secondaires microbiens par spectrométrie de masse et RMN.
Prérequis	Cet enseignement s'adresse aux étudiants issus de M1 de biochimie, biologie moléculaire, biologie cellulaire, génétique, chimie, chimie physique ou biologique, aux médecins, pharmaciens et vétérinaires, ingénieurs des grandes écoles spécialisées dans les domaines des sciences de la vie et/ou de la chimie. Des notions de base en RMN et spectrométrie de masse sont recommandées.
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outil)	Maîtrise d'outils bioinformatiques d'exploration de génomes microbiens pour la recherche de clusters de biosynthèse. Maîtrise des méthodes de caractérisation structurale de métabolites secondaires microbiens par spectrométrie de masse (spectres MS et MS/MS) et RMN (spectres 1D et 2D $^1\text{H}/^{13}\text{C}$).

Equipe pédagogique

Soizic Prado, Séverine Zirah, Yanyan Li, Soumaya Najah

UM5BM101 Atelier de protéomique structurale et fonctionnelle

Responsable(s)	Ali LADRAM	ali.ladram@sorbonne-universite.fr			
Gestionnaire(s)	Tél. : 01 44 27 35 35	sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr			
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		12
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	10		20	30	Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français		Français		Français/Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	Atelier pratique en plateforme de recherche, proposé en UE d'ouverture. Période de l'atelier 2026-27 : du 7 au 18 décembre 2026 – Planning, voir lien suivant : Planning Atelier PSF UM5BM101 2026-27				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cet atelier a pour objectif d'initier les étudiants de Master 2 aux techniques expérimentales fondamentales de la peptidomique et de la protéomique, offrant une vision intégrée des paysages peptidique et protéique dans un contexte de compréhension approfondie des fonctions cellulaires, des mécanismes pathologiques et des cibles thérapeutiques potentielles. Grâce à une immersion pratique en petits groupes dans les plateformes de recherche de Sorbonne Université, les étudiants seront formés à la production de peptides à façon, à leur purification par chromatographie liquide haute performance (HPLC), à l'électrophorèse bidimensionnelle, à l'analyse des interactions biomoléculaires par thermophorèse à micro-échelle (MST) et à la spectrométrie de masse. L'atelier prépare les étudiants à évoluer dans des environnements de recherche collaboratifs, en mobilisant des techniques d'analyse peptidique et protéique transversales, directement applicables à des problématiques de recherche interdisciplinaire en biologie cellulaire et moléculaire, biochimie, génétique, immunologie, microbiologie, et domaines connexes.
Thèmes abordés	• Synthèse peptidique en phase solide ; • Purification par chromatographie HPLC ; • Extraction de protéines et analyse par électrophorèse 2 D ; • Analyse des interactions moléculaires par thermophorèse à micro-échelle (MST) • Caractérisation de protéines/peptides par spectrométrie de masse.
Prérequis	Aucun, UE accessible à tous les étudiants de la mention BMC, ainsi qu'aux étudiants extérieurs à Sorbonne Université.

Compétences acquises à l'issue de l'UE	• Principes théorique et expérimental des méthodes ; • Contraintes et limites des techniques ; • Mise en œuvre expérimentale ; • Analyse critique des données produites ; • Démarche scientifique permettant de répondre à une problématique de recherche interdisciplinaire.
---	---

Equipe pédagogique

- Animateur de l'équipe : Ali Ladram
- Enseignants : Tahar Bouceba, Gilles Clodic, Thanos Ghelis, Ali Ladram, Christophe Piesse, Emmanuelle Sachon

UM5BM102 Atelier pratique Biofonderie

Responsable(s)	Julien Henri		julien.henri@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	Tél. : 01 44 27 35 35		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		12
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	4	4	40	12	Jussieu
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français	Français	Français		Français
Evaluations	Compte-rendu de recherches expérimentales et exposé scientifique Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_2025-26» ou le responsable d'UE				
Type d'UE	* Atelier proposé en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	La biologie computationnelle offre aux biologistes de nouveaux outils puissants pour la conception de protéines de fonctions ciblées. Nous mettrons à l'épreuve les algorithmes de design de protéines pour créer des séquences artificielles, dans un esprit <i>hackathon</i> de biochimie synthétique. Nous produirons les protéines par un système de transcription-traduction acellulaire, les purifierons par des chromatographies standards, et évaluerons la cohérence entre leurs propriétés prédites et observables. Des mesures de fonctions seront réalisées <i>in vitro</i> et <i>in vivo</i> dans le cadre de l'amélioration de la fixation de carbone par la microalgue <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> à la biofonderie de Sorbonne Université, une plateforme robotisée de biologie de synthèse.
Thèmes abordés	Travaux pratiques : - Conception <i>in silico</i> de protéines artificielles - Optimisation des séquences - Clonage moléculaire standardisé par restriction-ligation - Clonage modulaire Golden Gate - Expression en système acellulaire (<i>cell-free</i>) - Purification par chromatographie sur système automatisé - Mesures fonctionnelles biochimiques d'interaction protéine-protéine - Mesures fonctionnelles biologiques de croissance photosynthétique
Prérequis	Aucun Les travaux <i>in silico</i> sont abordables par tout biologiste non informaticien.

Compétences acquises à l'issue de l'UE	• Identifier les outils computationnels à la pointe de la biochimie synthétique • Discriminer les méthodes et les logiques de conception • Concevoir et planifier la production de protéines synthétiques • Utiliser la méthodologie de production en système acellulaire (<i>cell-free</i>) • Utiliser la méthodologie de chromatographie en système automatisé (Äkta) • Travailler en équipe • Travailler dans l'environnement du laboratoire de recherche • Rédiger un compte-rendu expérimental sous forme de cahier de laboratoire
--	--

Equipe pédagogique

- Animateur de l'équipe : Julien Henri
- Enseignants : Julien Henri et techniciens, ingénieurs

UM5BM103 Structure et fonction des protéines

Responsable(s)	Célia Caillet-Saguy Nicolas Wolff Thierry Rose Ali Ladram Julien Henri	celia.caillet-saguy@pasteur.fr nicolas.wolff@pasteur.fr thierry.rose@pasteur.fr ali.ladram@sorbonne-universite.fr Julien.henri@sorbonne-universite.fr			
Gestionnaire(s)	Tél. : 01 44 27 35 35	sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr			
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	12	Présentiel		20
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	30	40	110		Pasteur
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
	Français/Anglais	Français			Français/Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Ce cours a pour but de maîtriser les bases de biologie moléculaire, biochimie, biophysique, biologie structurale et bio-informatique d'étude des protéines. Il combine cours théoriques, de nombreux travaux dirigés et travaux pratiques en laboratoire, focalisés sur deux protéines humaines, la kinase MAST2 et la phosphatase PTPN4, toutes deux cruciales dans les processus de survie et de mort des neurones.
Thèmes abordés	- Stratégies de production et caractérisation de protéines recombinantes. - Structure et interaction des protéines. - Analyse bioinformatique, prédiction de structure et fonction des protéines.
Prérequis	Des connaissances en biochimie des protéines sont indispensables.
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	Compétences disciplinaires : • Avoir des connaissances spécialisées dans plusieurs domaines du champ des enseignements disciplinaires de la Thématique, • Maîtriser les techniques de base et les appareillages utilisés en biologie moléculaire et biochimie, • Mettre en œuvre une démarche expérimentale de la conception jusqu'à la validation des résultats scientifiques, • gérer les ressources bibliographiques et maîtriser la littérature scientifique liée au domaine de la Thématique, • avoir une capacité de synthèse des données de la littérature et/ou expérimentales, • faire une analyse critique de résultats scientifiques.

	Compétences transversales : • utiliser ses connaissances, son autonomie et sa créativité pour poser et résoudre un problème, • avoir une capacité d'apprentissage et d'adaptation en fonction des évolutions théoriques et/ou expérimentales du milieu professionnel, • analyser des documents et en faire une synthèse, • organiser son travail personnel et travailler de façon autonome ou en équipe, • exécuter un projet en prenant les initiatives nécessaires, • communiquer ses résultats (oral, écrit) et défendre un projet devant des contradicteurs, • apprécier la qualité et la pertinence d'un travail ou d'une démarche scientifique,
--	---

Equipe pédagogique

Célia Caillet-Saguy (Institut Pasteur), E. Coeffier (Institut Pasteur), A. Ladram (Sorbonne Université), Y. Gaudin (CNRS), V. Ponticelli (Institut Pasteur), F. Rodrigues-Lima (Université Paris-Cité), T. Rose (Institut Pasteur), M. Sala (Institut Pasteur), J. Vinh (ESPCI), H. Waxin (Institut Pasteur), N. Wolff (Institut Pasteur).

UM5BM114 Stratégies thérapeutiques et pharmacologie moléculaire

Responsable(s)	Chahrazade El Amri, Professeure des Universités		chahrazade.el_amri@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	Tél. : 01 44 27 35 35		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		25
Volume horaire (H)	Conférences	TD	TP	Travail personnel	Site
	48	12			MNHN/ Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Conférences	TD	T		Supports de cours
Français/Anglais	Français/Anglais				Français/anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE Oraux et examen en présentiel				
Type d'UE	UE de spécialisation proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cette unité d'enseignement a pour but de : - Comprendre les principes fondamentaux des stratégies thérapeutiques modernes. - Maîtriser les bases de la pharmacologie moléculaire appliquée aux pathologies humaines et leur spécificité intrinsèque (maladies neurodégénératives, cancer, maladies infectieuses...) - Analyser et comparer les cibles thérapeutiques et les mécanismes d'action des molécules bioactives par des approches pluridisciplinaires Appréhender les enjeux actuels des innovations thérapeutiques et du développement d'un médicament
Thèmes abordés	1. Introduction aux stratégies thérapeutiques Approche mécanistique et modélisation des pathologies - Ciblage thérapeutique : enzymes, récepteurs, ADN, ARN, complexes, organelles - Thérapies combinatoires et personnalisées 2. Bases de la pharmacologie moléculaire - Anticancéreux, anti-inflammatoires, immunothérapies - Antibiotiques, antiviraux, antifongiques - Biothérapies, thérapies géniques et cellulaires 4. Innovation thérapeutique et développement pharmaceutique

	• Formats innovants : dégradeurs, protéines thérapeutiques, multifonctionnels et polypharmacologie, nanotechnologies • Enjeux de la vectorisation 5. Études de cas et séminaires • Études critiques d'articles scientifiques Présentations orales sur des stratégies innovantes • Interactions ligand-cibles et notions de pharmacocinétique et pharmacodynamie moléculaire • Ingénierie et développement du médicament 3. Classes thérapeutiques et grandes familles de médicaments
Prérequis	L'unité s'adresse en priorité aux étudiants de la thématique Molécules et Cibles Thérapeutiques, aux étudiants du parcours Biochimie Biologie Moléculaire, et au parcours d'interfaces Chimie/Biologie Ingénierie Moléculaire du Vivant.
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	Compréhension des mécanismes moléculaires d'action des médicaments : interactions ligand-récepteur, voies de signalisation intracellulaire, modulations enzymatiques, etc. Maîtrise des stratégies thérapeutiques ciblées : anticorps monoclonaux, biothérapies, thérapies géniques, thérapies ciblant les mutations spécifiques (oncologie, maladies rares, etc.). Connaissance des différentes classes thérapeutiques et validation des cibles thérapeutiques associées et de leur application dans les pathologies humaines (cancers, maladies cardiovasculaires, neurologiques, infectieuses...).

Equipe pédagogique

Chahrazade El Amri, coordinatrice de l'UE

Liste non exhaustive

Conférenciers de l'Institut Pasteur : Pierre-Jean Corringer, Paola Arimondo, Fabrice Agou, Pierre Lafaye

Conférenciers du CEA : Denis Servent, Daniel Gillet

Conférenciers SU modèles de pathologies et thérapies cellulaires, Mathieu Hautefeuille, Dario Coletti

Conférenciers SU Pharmacologie Moléculaire : Chahrazade El Amri, Michèle Reboud-Ravaux

Conférenciers SU Nanotechnologies : Ali Abou Hassan, Nebewia Griffete

UM5BM115 Biochimie des protéines

Responsable(s)	Ali LADRAM	ali.ladram@sorbonne-universite.fr			
Gestionnaire(s)	Tél. : 01 44 27 35 35	sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr			
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		
Volume horaire (H)	Cours / Conférences	TD	TP	Travail personnel	Site
					Campus Pierre et Marie Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français		Français		Français/Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cette UE de spécialisation s'inscrit dans la thématique M2 "Protéomique Structurale, Synthétique et Fonctionnelle" (PS2F) du parcours "Biochimie et Biologie Moléculaire". Elle est consacrée à l'analyse structurale, fonctionnelle et synthétique des peptides et des protéines, dans des contextes physiologiques normaux ou pathologiques. L'UE développera les notions suivantes : - Méthodes d'analyse des biomolécules <i>in vitro</i> et <i>in vivo</i> ; - Démarche scientifique permettant, à partir de la structure d'un gène, d'identifier les propriétés structurales et fonctionnelles de molécules bioactives (protéines, peptides, etc.) ; - Approches <i>in silico</i> pour prédire, à partir d'une séquence codante, la structure tertiaire d'une protéine ainsi que ses ligands, substrats ou inhibiteurs potentiels. Ces concepts, à fort potentiel d'application en pharmacologie, médecine et biotechnologie, sont en synergie avec la seconde UE de spécialisation de la thématique PS2F : "Protéines : biologie de synthèse et ingénierie" (UM5BM125). Ensemble, elles constituent une base solide pour la conception rationnelle de fonctions biologiques synthétiques appliquées aux protéines.
Thèmes abordés	• Purification des protéines ; • Détermination de la structure primaire des protéines (séquençage d'Edman, spectrométrie de masse en tandem) ; • Analyse des interactions biomoléculaires (résonance plasmonique de surface, thermophorèse à micro-échelle) ; • Expression des protéines ; • 2 D protéomique ; • Spectrométrie de masse et protéomique • Étude phylogénétique des séquences protéiques

	• Bioinformatique structurale des protéines • Étude de la structure secondaire-tertiaire des protéines : dichroïsme circulaire ; résonance magnétique nucléaire (RMN) 1-, 2- et 3-D ; cristallographie). • Organisation fonctionnelle des génomes.
Prérequis	
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	Compétences disciplinaires : • Avoir une connaissance approfondie de la biologie et des connaissances spécialisées dans plusieurs domaines du champ disciplinaire de la Thématique, • Maîtriser les techniques de base et les appareillages utilisés en biochimie des protéines, • Mettre en œuvre une démarche expérimentale de la conception jusqu'à la validation des résultats scientifiques, • Gérer les ressources bibliographiques et maîtriser la littérature scientifique liée au domaine de la Thématique, • Avoir une capacité de synthèse des données de la littérature et/ou expérimentales, • Faire une analyse critique de résultats scientifiques. Compétences transversales : • Utiliser ses connaissances, son autonomie et sa créativité pour poser et résoudre un problème, • Avoir une capacité d'apprentissage et d'adaptation en fonction des évolutions théoriques et/ou expérimentales du milieu professionnel, • Analyser des documents et en faire une synthèse, • Organiser son travail personnel et travailler de façon autonome ou en équipe, • Exécuter un projet en prenant les initiatives nécessaires, • Communiquer ses résultats (oral, écrit) et défendre un projet devant un jury, • Apprécier la qualité et la pertinence d'un travail ou d'une démarche scientifique, • Maîtriser une présentation individuelle

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Ali Ladram.
- Enseignants : Frédéric Devaux, Thanos Ghelis, Alexandre Hassanin, Julien Henri, Ali Ladram, Olivier Lequin, Emmanuelle Sachon, Dirk Stratmann, et des intervenants extérieurs à Sorbonne Université.

UM5BM116 Mécanismes fondamentaux du vieillissement

Responsable(s)	Isabelle Petropoulos Onnik Agbulut		isabelle.petropoulos@sorbonne-universite.fr onnik.agbulut@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	Tél. : 01 44 27 35 35		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		25
Volume horaire (H)	Cours / Conférences	TD/travail personnel	TP	Travail personnel	Site
	48	12			Campus Pierre et Marie Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français/Anglais				Français/Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cet enseignement vise à comprendre les concepts fondamentaux du vieillissement et à aborder les grandes questions encore ouvertes et les approches expérimentales de pointe au cœur de la gérosience moderne. À travers des cours, des conférences et un travail de réflexion personnelle, les étudiants acquerront une compréhension approfondie de la biologie du vieillissement, en explorant les changements moléculaires et cellulaires ainsi que leurs conséquences à l'échelle de l'organisme.
Thèmes abordés	- les théories évolutives du vieillissement - les processus biochimiques, métaboliques et cellulaires influençant ce processus : les bases génétiques et épigénétiques de la longévité, les horloges biologiques, le vieillissement systémique - les modèles expérimentaux - la physiologie du vieillissement humain, les pathologies liées à l'âge (cancer, arthrose, maladies cardiovasculaires et dégénératives) et les perspectives d'interventions.
Prérequis	L'UE s'adresse aux étudiants de la thématique Biologie et Pharmacologie du Vieillissement et de la Longévité (BPVL).
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	Compétences disciplinaires - acquérir les compétences théoriques nécessaires pour appréhender les concepts utiles à la pratique expérimentale de la biologie du vieillissement - mener des recherches bibliographiques dans le domaine disciplinaire - maîtriser les approches et les outils liés à la discipline. Compétences transversales - synthétiser des données scientifiques - faire une présentation synthétique - analyser de manière critique la littérature scientifique - évaluer la validité et la limite des outils et méthodes utilisés - travailler en autonomie au sein d'un groupe - maîtriser l'anglais scientifique et technique dans le domaine de la spécialité

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Isabelle Petropoulos et Onnik Agbulut
- Enseignants: enseignants-chercheurs de SU, chercheurs du CNRS, de l'INSERM, de l'I-STEM et du privé, praticiens hospitaliers

UM5BM124 Chimie et bio-ingénierie des produits naturels

Responsable(s)	Kevin Calabro, MC MNHN Séverine Zirah, PR MNHN		kevin.calabro@mnhn.fr severine.zirah@mnhn.fr		
Gestionnaire(s)	Tél. : 01 44 27 35 35		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		25
Volume horaire (H)	Conférences	TD /travail personnel	TP	Travail personnel	Site
	48	12			MNHN
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français/Anglais s				Français/Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE Oraux et examens sur table				
Type d'UE	UE de spécialisation proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cette UE a pour objectif de : • Acquérir une compréhension approfondie de la chimie des produits naturels d'origine végétale et microbienne, depuis l'exploration de génomes à l'isolement et la caractérisation structurale de ces composés • Comprendre les approches de bioingénierie pour la production optimisée de métabolites d'intérêt Explorer les applications pharmaceutiques et cosmétiques des produits naturels
Thèmes abordés	1. Introduction aux substances naturelles · Définitions et classifications · Introduction à l'écologie chimique · Les grandes familles chimiques 2. Isolement et caractérisation structurale · Méthodes d'isolement et de séparation : extraction, outils de chromatographie · Méthodes d'analyse structurale : spectrométrie de masse, résonance magnétique nucléaire 3. Biosynthèse et bioingénierie · Voies de biosynthèse des grandes familles chimiques · Méthodes d'exploration de génomes

	- Ingénierie métabolique et fermentation microbienne 4. Applications industrielles et pharmaceutiques - Substances naturelles à cible thérapeutique - Toxines et leurs applications 5. Études de cas et séminaires - Analyse de brevets et/ou publications scientifiques - Étude de molécules d'intérêt - Séances interactives : mini-projets, présentations
Prérequis	L'UE s'adresse en priorité aux étudiants de la thématique Molécules et Cibles Thérapeutiques et au parcours d'interfaces Chimie/Biologie Ingénierie Moléculaire du Vivant
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	Compétences en techniques d'isolement et d'élucidation structurales : méthodes d'extraction et de purification des produits naturels à partir de matrices complexes, interprétation de données spectrales de spectrométrie de masse et de spectroscopie RMN Compétences en biosynthèse des substances naturelles : compréhension des voies de biosynthèse des principales familles de métabolites spécialisés (peptides, polycétides, terpénoïdes, etc.), identification des enzymes impliquées (PKS, NRPS, etc.) et stratégies d'ingénierie des voies biosynthétiques (expression hétérologue, biologie synthétique, etc.) Compétences sur les applications thérapeutiques des substances naturelles : rôles et potentiels pharmacologiques (antibiotiques, antitumoraux, ...), toxicité et spécificité des substances naturelles, développement de l'isolement au médicament Compétences transversales : lecture critique de littérature scientifique dans le domaine des substances naturelles, capacité à intégrer des données et informations de différentes disciplines (chimie, biologie, pharmacologie).

Equipe pédagogique

Séverine Zirah et Kevin Calabro, coordinateurs de l'UE

Liste non exhaustive

Conférencier SU : Ali Ladram

Conférencier CEA : Daniel Gillet

Conférenciers MNHN : Séverine Zirah, Soizic Prado, Kevin Calabro, Philippe Grellier, Alain Paris

UM5BM125 Protéines: Biologie de synthèse et ingénierie

Responsable(s)	Julien Henri, MC Sorbonne		julien.henri@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	Tél. : 01 44 27 35 35		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		16
Volume horaire (H)	Cours / Conférences	TD	TP	Travail personnel	Site
	50	-	-	10	Jussieu
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français et Anglais	-	-		Français et Anglais
Evaluations	Examen écrit sur table et oraux de synthèse Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_2025-26» ou le responsable d'UE				
Type d'UE	* UE de spécialisation proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cet enseignement a pour objectif la présentation du champ émergent de la biologie synthétique appliqué à la biochimie des protéines, de leurs complexes et de leurs activités. D'après les connaissances fines des relations entre les structures et les fonctions des protéines, les outils contemporains de la biologie moléculaire couplés aux approches computationnelles d'intelligence artificielle ouvrent la perspective de recoder des séquences en vue de la maximisation des propriétés physico-chimiques (typiquement, la thermostabilité) et des constantes cinétiques des enzymes. Au-delà de l'augmentation par biologie synthétique des propriétés des protéines, le prochain horizon consiste en la construction de novo de systèmes biologiques à façon, dont l'impact biotechnologique promet d'être considérable.
Thèmes abordés	- Conception rationnelle de variants de séquence - Conception computationnelle de fonctions - Inférences de fonctions d'après la séquence ou d'après la structure - Biologie synthétique en Biofonderie - Ingénierie de machineries moléculaires - Ingénierie de superstructures intracellulaires - Reconstruction de séquences ancestrales pour ré-évolution d'enzymes - Evolutions moléculaires dirigées pour la construction de voies de biosynthèse - Intelligences artificielles pour l'ingénierie de bioproduction - Automatisation de la découverte de molécules d'intérêt thérapeutique - Conception rationnelle de modulateurs moléculaires - Bio-inspiration et potentiation de la bioluminescence - Intérêts économiques et inclusion des contextes sociétaux

Prérequis	L'unité s'adresse en priorité aux étudiants de la thématique Protéomique Structurale Synthétique et Fonctionnelle, aux étudiants du parcours Biochimie Biologie Moléculaire, et au parcours d'interfaces Chimie/Biologie Ingénierie Moléculaire du Vivant.
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	• Identifier les outils computationnels à la pointe de la Biochimie Synthétique • Discriminer les principes et les logiques de conception • Concevoir et planifier la production de protéines synthétiques • Explorer les bases de données et les outils pour biologistes • Etablir un état des connaissances de la recherche en Biologie Synthétique des Protéines

Equipe pédagogique

- Animateur de l'équipe : Julien Henri

- Enseignants :

Julien Henri – maître de conférences, Biochimie Biologie Structurale Biologie Synthétique
Stéphane Lemaire – directeur de recherche CNRS, Biologie synthétique, et fondateur de Biomemory
Pierre Crozet – maître de conférences, Biologie synthétique et fondateur de Biomemory
Ariel Lindner – directeur de recherche Inserm, Evolution et ingénierie des systèmes dynamiques
Amir Pandi – chargé de recherche Inserm, *Synthetic Biology and Artificial Intelligence*
Vincent Libis – chargé de recherche Inserm, *Uncharted Biosynthetic Landscapes*
Ioana Popescu – maître de conférences Paris-Saclay, Biochimie Biologie Synthétique
Yves-Louis Janin – directeur de recherches Museum, Chimie
Julien Robert-Paganin – chargé de recherches CNRS, Biologie Structurale
Marco Da Costa – maître de conférences, Biologie Synthétique et Biologie du Développement
Tanguy Chotel – biologie synthétique des chloroplastes

UM5BM200 Development of marine organisms

Instructor(s)	Carine BARREAU		carine.barreau@imev-mer.fr Carine.barreau@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Franziska Bahr Tel : 01 44 27 72 86		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	6	In Person		15
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	30		30		Villefranche-sur-Mer
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English		English		English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	- This orientation course is proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	The objective of this course is to illustrate the variety and conservation of fundamental developmental mechanisms by studying embryos (or adults) of marine organisms belonging to different phyla: • sea urchin (<i>Paracentrotus lividus</i>), • ascidian (<i>Ciona intestinalis</i>, <i>Phallusia mammillata</i>) and colonial ascidian (<i>Botryllus schlosseri</i>), • sea anemone (<i>Anemonia viridis</i>), • jellyfish (<i>Clytia hemisphaerica</i>).
Topics covered	- The following topics will be covered: • establishment of embryonic polarity, specification of embryonic precursors and morphogenesis, embryonic cell fate, • cell cycle in eggs and embryos, • mitosis and spindle checkpoints • oocyte maturation, • regeneration, • evolution of nervous systems. - Collection and analysis of planktonic organisms.
Prerequisites	- Basic knowledge in developmental biology - Basic knowledge in comparative biology and animal evolution.
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	- Theoretical and practical knowledge of marine models - Using a scientific approach to answer a biological question (miniproject), the importance of using controls - Technical skills needed to complete a proposed miniproject, that will vary depending on the lab (<i>in-situ</i> hybridization, <i>in-vitro</i> fertilization, toxicological

	analysis on embryos, drug manipulation, microinjection, IF, confocal microscopy analyses, microdissection) - Results interpretation - Teamwork - Communication in English with foreign scientists - Searching for, understanding, and critically analyzing scientific articles related to the miniproject
--	---

Teaching team

- Team leader: Carine Barreau
- Teachers: Carine Barreau and a team of professors and researchers in developmental biology from UMR 7009, namely Elisabeth Christians, Stéphanie Barnay-Verdier, Joao Carvalho, Alexandre Alié, Stefania Castagnetti, Richard Copley, Jenifer Croce, Rémi Dumollard, Evelyn Houliston, Clare Hudson, Alex McDougall, Tsuyoshi Momose, Cathy Sirour, Stefano Tiozzo, and Hitoyoshi Yasuo.

UM5BM201 Métazoaires et biologie de l'évolution

Responsable(s)	Stéphanie Bertrand Elisabeth Christians		stephanie.bertrand@obs-banyuls.fr christians@imev-mer.fr		
Gestionnaire(s)	Franziska Bahr Tel : 01 44 27 72 86		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		20
Volume horaire (H)	Cours	TD / travail personnel	TP		Site
	15	15	30		Banyuls-sur-Mer
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
	Français/Anglais	Français	Français		Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Le premier objectif de cette Unité d'Enseignement est de permettre aux étudiants d'acquérir les bases théoriques et pratiques concernant la diversité et la biologie (grandes fonctions) des organismes marins métazoaires, ainsi que les contraintes et solutions associées à leur utilisation en laboratoire pour répondre à différentes questions biologiques. Le deuxième objectif vise à aborder le concept de base en biologie de l'évolution, l'homologie, à travers différents aspects tels que la phylogénie moléculaire ou l'embryologie comparée moderne.
Thèmes abordés	Les thèmes abordés seront les suivants : Objectif 1 : biodiversité et biologie de métazoaires Tous les points seront abordés d'un point de vue théorique et seront associés à des observations/manipulations et/ou visites de structures de la station marine : • Les grands groupes de métazoaires marins (une attention particulière sera portée aux groupes qui sont en général peu abordés en Licence, et aux groupes qui présentent un intérêt particulier pour répondre à des questions concernant l'évolution des métazoaires). • Les différents domaines du milieu marin. • Les grandes fonctions biologiques en milieu marin (nutrition, respiration, osmorégulation, reproduction, cycle de vie, développement). • Le prélèvement d'organismes marins, leur stabulation et la réglementation associée. • Les thématiques de recherche abordées à l'Observatoire Océanologique de Banyuls-sur-Mer utilisant les animaux marins seront aussi présentées (evo/devo, régénération, neurobiologie, écophysiologie, écotoxicologie..).

	Objectif 2 : le concept d'homologie Cette partie de l'UE est construite sous la forme d'un atelier qui vise à aborder le concept d'homologie de la molécule à la régulation de l'expression : • Concept d'homologie, partie théorique. • Phylogénie moléculaire : partie théorique et Travaux Dirigés de reconstruction d'arbres phylogénétiques à travers différentes méthodes. • Comparaison de l'expression de gènes contrôlant le développement chez les embryons de deux espèces en condition normale et après perturbation de voie de signalisation. • L'utilité des concepts en biologie de l'évolution dans différents champs appliqués de la biologie sera aussi abordée (biologie de l'évolution appliquée).
Prérequis	Connaissances théoriques et pratiques de base en biologie cellulaire et moléculaire
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	- Connaissances sur la biodiversité et la biologie des métazoaires. - Connaissances théoriques et pratiques de base concernant la phylogénie moléculaire. - Connaissance des aspects pratiques et réglementaires liés à l'utilisation d'animaux vivants marins pour l'expérimentation. - Utiliser les technologies de biologie moléculaire et cellulaire pour l'étude des organismes marins animaux. - Concevoir, planifier et réaliser des protocoles expérimentaux. - Capacité de mener des recherches bibliographiques avec une conscience critique; de synthétiser des données scientifiques; et de faire une présentation synthétique pour communiquer ses connaissances.

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe et enseignants : Stéphanie Bertrand, Laurence Besseau, Marc Besson, Elisabeth Christians, Karen Pottin, Sophie Sanchez-Brosseau

UM5BM202 Biologie et Biotechnologie des Macroalgues

Responsable(s)	Jonas COLLEN		collen@sb-roscoff.fr		
Gestionnaire(s)	Franziska Bahr Tel : 01 44 27 72 86		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		20
Volume horaire (H)	Cours	TD / travail personnel	TP		Site
	20	15	25		Station Biologique de Roscoff
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français mais peut être enseignée en anglais si demande/supports en anglais				
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

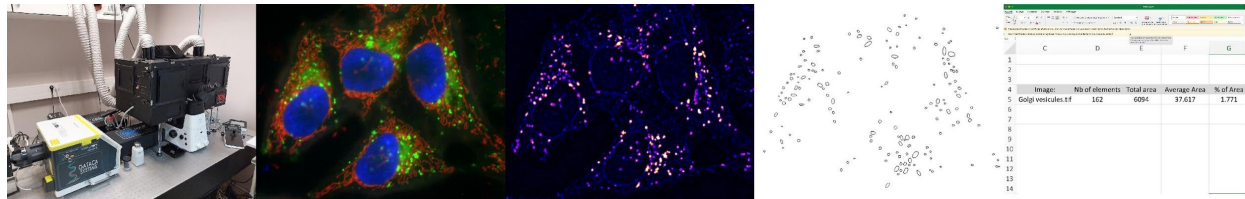
Objectifs	Les objectifs sont de transmettre des compétences et des connaissances sur la biologie, l'évolution, les bioressources et la biotechnologie des algues, principalement des macroalgues. L'UE vise à donner des compétences pratiques et théoriques sur l'utilisation des algues et produits des algues dans la recherche et dans la biotechnologie, ainsi que, mener des recherches bibliographiques, synthétiser des données scientifiques, et faire une présentation synthétique.
Thèmes abordés	Ce cours présente des aspects de la biologie et de la biotechnologie des algues marines, en particulier quand elles utilisent des solutions biochimiques uniques ou inhabituelles pour des problèmes écologiques, physiologiques ou biochimiques. Les algues, organismes relativement inexplorés, mais modèles et sujets importants et intéressants pour la recherche et la biotechnologie « bleu », sont introduites. Le cours vise également à donner un aperçu des recherches sur les macroalgues menées à Station Biologique de Roscoff à travers des conférences données par des chercheurs, par exemple : synthèse et dégradation des parois, phycopathologie, et le concept des holobiontes chez les algues. Une partie importante est consacrée à des exercices de laboratoire : études des effets d'agents stressants biotiques et abiotiques sur la physiologie, la biochimie et biotechnologie, utilisation des polysaccharides des parois des algues et photosynthèse. Pendant l'enseignement nous examinons également la biogénèse des principaux produits naturels commercialement intéressants qui sont synthétisés par des algues ainsi que leur commercialisation. Le potentiel des composés naturels pour de nouvelles applications dans l'agriculture, l'alimentation, le fourrage, les cosmétiques, la santé et comme biocarburants est décrit.
Prérequis	Connaissances théoriques de base en biologie cellulaire et moléculaire.

Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	- Connaissances sur la biologie et la biotechnologie des algues. - Concevoir, planifier et réaliser des protocoles expérimentaux. - Utiliser les technologies de biologie moléculaire et cellulaire sur des macroalgues. - Compétences pratiques sur l'utilisation des algues et produits des algues dans la recherche et dans la biotechnologie . - Résoudre des problèmes pratiques et théoriques pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures. -Capacité de mener des recherches bibliographiques avec une conscience critique; synthétiser des données scientifiques ; et faire une présentation synthétique pour communiquer ses connaissances.
---	--

Equipe pédagogique

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Animateurs de l'équipe :- Enseignants : Jonas COLLEN, Yacine BADIS, Elizabeth FICKO-BLEAN, Philippe POTIN, Gurvan MICHEL, François THOMAS, Simon DITTAMI |
|---|

UM5BM203 Imagerie numérique en biologie



Responsable(s)	Olivier GAVET		olivier.gavet@gustaveroussy.fr olivier.gavet@sorbonne-universite.fr	
Gestionnaire(s)	Franziska Bahr Tel : 01 44 27 72 86		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr	
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel	Effectif maximal
	S3	3	Présentiel	18
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Site
	15	15		Campus P&M Curie – Atrium
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP	Supports de cours
	Français/Anglais	Anglais	Français / English	Français / English
Evaluations (/100)	CC	Ecrit	Oral	TP
		100	0	0
Peut être choisie en UE d'ouverture Merci d'envoyer votre CV à olivier.gavet@gustaveroussy.fr				
Prérequis	Aucun.			

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Les progrès rapides de la microscopie de fluorescence et l'émergence de nouvelles approches d'imagerie génèrent des volumes croissants de données nécessitant des traitements et des analyses quantitatives de plus en plus sophistiqués. Parallèlement, les méthodes d'intelligence artificielle et l'automatisation des analyses occupent une place croissante dans les laboratoires de recherche. Cette UE a pour objectif de fournir aux étudiants les bases théoriques et pratiques nécessaires pour acquérir, traiter, analyser et quantifier des images biologiques numériques. L'enseignement repose sur une alternance de cours et de travaux pratiques sur ordinateur permettant une mise en application immédiate des concepts abordés. Une séance dédiée est consacrée à l'analyse de jeux de données réels proposés par les participants.
Thèmes abordés	Microscopie de fluorescence - Principes fondamentaux de l'imagerie de fluorescence. - Vidéo-microscopie, microscopie confocale, spinning disk et microscopie à feuille de lumière.

	• Avantages, limites et domaines d'application de chaque technique. Images numériques • Types d'images (niveaux de gris, couleur, multidimensionnelles). • Formats de fichiers, métadonnées et compression. Visualisation et amélioration des images • Histogrammes et dynamique des intensités. • Ajustement du contraste. • Réduction du bruit et amélioration de la qualité des images. Segmentation des structures biologiques • Méthodes classiques de seuillage et de détection de contours. • Contours actifs et approches avancées. • Introduction aux méthodes de Deep Learning pour la segmentation. Post-traitements • Nettoyage et amélioration des images segmentées. • Séparation ou fusion d'objets biologiques. • Squelettisation et analyses morphologiques. Analyse quantitative • Comptage et caractérisation d'objets biologiques. • Mesures de taille, forme et distribution spatiale. • Quantification des intensités de fluorescence. Automatisation des analyses • Introduction à la programmation de macros sous ImageJ/Fiji. • Mise en place de chaînes de traitement reproductibles.
Compétences acquises à l'issue de l'UE (Concepts, méthodologie et outil	À l'issue de cette UE, les étudiants seront capables de : • Choisir et comprendre les principales approches de microscopie de fluorescence utilisées en recherche biomédicale. • Maîtriser les caractéristiques et les formats des images numériques. • Mettre en œuvre des stratégies adaptées de pré-traitement et d'amélioration des images. • Développer une démarche méthodologique rigoureuse pour segmenter et identifier des structures biologiques. • Réaliser des analyses quantitatives fiables et reproductibles sur des données d'imagerie. • Exploiter des outils modernes de segmentation, y compris fondés sur l'intelligence artificielle. • Automatiser des traitements répétitifs à l'aide de macros. • Utiliser de manière autonome le logiciel ImageJ/Fiji pour répondre à des problématiques réelles de recherche.

Equipe pédagogique:

Cours Magistraux et TD : Olivier Gavet

UM5BM207 From Light to Life: a lab' immersion (IBPC Course)

Instructor(s)	Stephan EBERHARD		eberhard@ibpc.fr Stephan.eberhard@sorbonne-universite.fr	
Coordinator(s)	Franziska Bahr Tel : 01 44 27 72 86		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr	
Details	Semester	ECTS	In Person / Online	
	S3	6	In Person	
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study / Personal Work	Practical Work	Site
	10	10	40	Institut de Biologie Physico-Chimique, Paris
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work	Course materials
English/French	English/ French	English/French	English/French	English
Evaluations	Consult the document "Dates and rubrics" and/or the course instructor			
Type of course	This orientation course is proposed as an open course The dates of the next IBPC (Institut de Biologie Physico-Chimique) course are from 7 au 18 December 2026 Link : http://www.ibpc.fr/UMR7141/en/home/teaching/ibpc-course/ Contact the responsible of the module Stephan Eberhard (eberhard@ibpc.fr) with a CV and short cover letter before October 1st.			

Pedagogical presentation of the course

Objectives	Starting from a well-defined scientific question, students use all the techniques and methodologies available in the laboratory in interaction with all members of the laboratory to come up with proposals for interpreting the experimental results obtained. The approaches are strongly pluri- and interdisciplinary, including experiments in genetics, biochemistry, cell biology, molecular biology, and biophysics. Specific objective are : - To provide the theoretical framework underlying experimental methods through a series of scientific presentations given by members of the laboratory during the course. - To implement practical experiments during the two weeks of the Course. - To create a synergic teamwork environment, including CNRS researchers (fellows and directors), professor-researchers, post-doctoral fellows, and doctoral students, as well as to encourage collaborative exchanges within the group of students by promoting the "treasure hunt" aspect of the experimental method, which requires the pooling of everyone's ideas and knowledge.
Topics covered	The research topics are those studied in the host laboratory. In the case of UMR 7141, this will focus on the photosynthetic function and its regulation in fresh water and marine microalgae.

	<u>No prior knowledge of photosynthesis or microalgae is required to participate in this module..</u>
Prerequisites	Strong knowledge of cell & molecular biology, biochemistry and genetics
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	● Implementation of a multidisciplinary approach (biochemistry, genetics, cell and molecular biology, biophysics) aimed at elucidating major cellular functions. ● Acquisition of appropriate methodological approaches in this multidisciplinary context. ● Scientific interactions with scientists from all experience levels (pre-doctorate to emeritus researchers) and team building ● Oral and written communication of the scientific research performed during the two weeks.

Teaching team

- Responsible of the Course : Stephan Eberhard
- Teachers: Stephan Eberhard, Katia Wostrikoff in interaction with the complete staff of the host laboratory
- Link : https://umr7141.ibpc.fr/web_lab/IBPC%20Course%20presentation.ppt.pdf

UM5BM211 Developmental biology

Instructor(s)	Flora Llense	flora.llense@sorbonne-universite.fr			
Coordinator(s)	Franziska Bahr Tel : 01 44 27 72 86	sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr			
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	12	In Person		18
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	30	45	45		Campus P&M Curie /Institut Curie
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English	English	English		English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This specialized course is not proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This international workshop, entitled « From stem cells to morphogenesis, » aims to address the different elements of embryonic development in relation with stem cells, particularly focusing on the diversity of possible approaches brought by these two research domains. The course duration is 4.5 weeks, with 3 weeks of a practical workshop organized by Sorbonne Université, and 10 days of seminars organized by the Institut Curie. The practical workshop allows the participants to become familiar with the main embryonic models (Caenorabditis Elegans, zebrafish, xenopus, chick, drosophila, mouse...) and to acquire the most recent technical approaches developed using these models (gain and loss of function approaches, imaging...). The seminars bring together the best international specialists in the field. The objective is to expose students to the recent concepts developed in developmental biology by highlighting their important contribution to the stem cell field and clinical sciences. Various domains of the developmental biology field are addressed in relation to stem cells, not only across the variety of embryonic models but also across the diversity of approaches (large-scale and translational approaches, mathematical modelling, biophysical approaches....).
Topics covered	Germ cell and sex determination, gastrulation, growth regulation, development of the nervous system, cell mechanics during development, synthetic developmental biology, stem cell and organogenesis, stem cells and their niches, regeneration, cancer stem cells, Evo-Devo
Prerequisites	Basic knowledge in developmental biology
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	• Experimental knowledge of embryonic models • Theoretical basis of modern approaches used in developmental biology (Big data analysis, biophysics, modeling) • Strong background in developmental biology is necessary to further understanding in the fields of stem cells, congenital diseases, and cancer.

Teaching team

- Team leader: Clémence CARRON-HOMO
- Teachers: A team composed of French and foreign professors and researchers.

UM5BM212 Molecular biology of the cell

Instructor(s)	Chiara ZURZOLO Roberto BRUZZONE Philippe CHAVRIER Joëlle SOBCZAK-THEPOT	chiara.zurzolo@pasteur.fr bruzzone@hku.hk philippe.chavier@curie.fr joelle.sobczak_thepot@sorbonne-universite.fr			
Coordinator(s)	Franziska Bahr Tel : 01 44 27 72 86	sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr			
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	12	In Person		20, 5 from Sorbonne University
Number of Hours (H)	Lecture / Conferences	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	40		80	60	Institut Pasteur
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English		English		English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This specialized course is not proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This intensive four-week course of lectures and practical work is organized in collaboration with the Institut Pasteur and the Institut Curie; it is dedicated to the presentation of current concepts and new experimental techniques in the study of cell functions. The objective is to train students in the intellectual approach and modern experimental methods of cell biology. Teaching is provided by internationally renowned French and foreign researchers, and is in English.
Topics covered	Topics include functional organization of the cell, communication of polarity and intracellular trafficking, cell signaling, cell migration and invasion, stem cells, apoptosis, autophagy, cell-pathogen interactions, the cell cycle, and mitosis. Practical work allows students to become familiar with transfected and infected cell cultures, <i>in-vitro</i> reconstitution of cellular functions, gene inactivation, and advanced live-imaging techniques. Module I (Membrane Mechanics) will focus on the mechanistic processes that regulate the cell cortex, the biomechanical properties of the plasma membrane, and their interaction with cell migration and tumor invasion. The internship will study the dynamics of caveolae and their interrelationship with the protease- and invadopodia-based invasion program of cancer cells. Module II (Cell Shape and Morphogenesis) will review key biological concepts necessary to understand mechanical forces and collective migration in development and morphogenesis. Practical work will focus on multicellular tube formation <i>in-vitro</i>, using micropatterns and microfluidics, and <i>in-vivo</i>, using <i>Drosophila</i> and zebrafish embryos.
Prerequisites	Very strong knowledge of cell biology, biochemistry and signaling. Candidates should have a good knowledge of basic laboratory techniques.

Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	Advanced methods and concepts for understanding cell organization and function. Interference through overexpression or inactivation of cellular components. <i>In-vitro</i> reconstruction of cell structures and functions. Modeling of cell functions.
--	--

Teaching team

- Team leaders: Roberto Bruzzone, Philippe Chavrier, and Chiara Zurzolo.
- Teachers: Roberto Bruzzone, Philippe Chavrier, Chiara Zurzolo and lecturers from French and foreign institutes.

UM5BM215 Cours avancé de biologie cellulaire/ Advanced course in cell biology

Instructor(s)	Joëlle SOBCZAK-THEPOT		joelle.sobczak_thepot@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Franziska Bahr Tel : 01 44 27 72 86		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	12	In Person		18
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English	English	English		English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This specialized course is not proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This intense lecture and lab course is organized as a combination of one-week and/or two-week blocks to be chosen from the following list: • Chemical Cell Biology (UM5BM021, 3 ECTS) • Imagerie numérique (UM5BM203, 3 ECTS) • From light to life, a lab immersion (UM5BM207, 6 ECTS) • Cell Biology and cancer (UM5BM222, 3 ECTS) • From marine models to human cancer (UM5BM233, 6 ECTS) • From cell renewal to disease: safeguarding genome integrity (UM5BM285, 6 ECTS) The courses are organised in collaboration with the Science and Engineering and Medicine Faculties of Sorbonne University, the Roscoff Biological Station, the Institute of Physical and Chemical Biology and Curie Institute. Current concepts and new experimental techniques in the study of cellular functions will be presented through various biological models. The objective is to train students in the intellectual approach and modern experimental methods of cell biology.
Topics covered	According to the constituent courses.
Prerequisites	Very strong knowledge in biochemistry, cell biology, and signaling
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	According to the constituent courses.

Teaching team

- Team leaders: Stephan Eberhard, Olivier Gavet, Anthi Karaïskou, Joëlle Sobczak-Thépot
- Teachers: see constituent courses.

UM5BM216 Stem cell biology

Instructor(s)	Aline STEDMAN		aline.stedman@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Franziska Bahr Tel : 01 44 27 72 86		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	12	In Person / Online		14
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	48		72		P & M Curie Campus
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English		English		English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This specialized course is not proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	Stem cell biology and regenerative medicine are currently rapidly expanding fields in life sciences. Stem cells harbor two cardinal properties that distinguish them from other cells in the body: they are capable of both self-renewal, or, on the contrary, of engaging in one or more differentiation pathways. Identifying stem cells and understanding the molecular mechanisms involved in their regulation is a key issue for biologists and clinicians interested in the problems of cell differentiation, cell reprogramming, homeostasis, and tissue repair. Stem cell biology also opens up new perspectives on the understanding of tumor initiation processes and is the subject of intense research in regenerative medicine. This course aims to provide high-level theoretical and practical instruction in the field of stem cell biology. The teaching is based on lectures given by French and international specialists and a practical workshop allowing students to observe and manipulate different types of stem cells (embryonic and adult). The objective is therefore to provide students with the fundamental knowledge enabling them to understand the logic of stem cells and related clinical, ethical, and legal issues.
Topics covered	Biology of pluripotent stem cells and reprogramming Biology of adult stem cells (e.g hematopoietic, mesenchymal, neural, intestinal, epithelial and muscular) Stem cell niches Cancer stem cells Stem cells and epigenetics Origin and evolution of stemness Regenerative medicine and cell therapy Stem cells and systems biology Ethical and philosophical issues
Prerequisites	In-depth knowledge in the fields of cell biology, developmental biology, and molecular biology. The 1st year master's course MU4BM169 'Introduction to stem cell biology' is recommended.

Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	Acquisition of concepts and methods for understanding the logic of stem cells Improvement of scientific analysis and critical reasoning Quantitative and integrated approaches
--	--

Teaching team

Team leader: Aline Stedman. Teaching team: Charles Durand, Aline Stedman, Claire Francastel, Thierry Jaffredo, Vincent Mouly, Elisa Negroni, Nathalie Spassky, Pierre Joanne, Emi Murayama.
--

UM5BM217 Conferences in stem cell biology

Instructor(s)	Charles DURAND		charles.durand@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Franziska Bahr Tel : 01 44 27 72 86		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	6	In Person / Online		12
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	48				P & M Curie Campus
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English				English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This (orientation) course is proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	Stem cell biology and regenerative medicine are currently rapidly expanding fields in life sciences. Stem cells harbor two cardinal properties that distinguish them from other cells in the body: they are capable of both self-renewal, or, on the contrary, of engaging in one or more differentiation pathways. Identifying stem cells and understanding the molecular mechanisms involved in their regulation is a key issue for biologists and clinicians interested in the problems of cell differentiation, cell reprogramming, homeostasis, and tissue repair. Stem cell biology also opens up new perspectives on the understanding of tumor initiation processes and is the subject of intense research in regenerative medicine. This course is based on lectures given by French and international specialists. The objective is therefore to provide students with the fundamental knowledge enabling them to understand the logic of stem cells and related clinical, ethical, and legal issues.
Topics covered	Biology of pluripotent stem cells and reprogramming Biology of adult stem cells (e.g hematopoietic, mesenchymal, neural, intestinal, epithelial and muscular) Stem cell niches Cancer stem cells Stem cells and epigenetics Origin and evolution of stemness Regenerative medicine and cell therapy Stem cells and systems biology Ethical and philosophical issues
Prerequisites	In-depth knowledge in the fields of cell biology, developmental biology, and molecular biology. The 1st year master's course MU4BM169 'Introduction to stem cell biology' is recommended.

Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	Acquisition of concepts and methods for understanding the logic of stem cells Improvement of scientific analysis and critical reasoning Quantitative and integrated approaches
--	--

Teaching team

- Team leader: Charles Durand.
- Teaching team: Charles Durand, Aline Stedman

UM5BM220 Conferences in developmental biology

Instructor(s)	Clémence CARRON		clemence.carron_homo@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Franziska Bahr Tel : 01 44 27 72 86		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	6	In Person		35
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	60				Institut Curie
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English				English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This orientation course is proposed as an open course lien				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This international workshop, entitled « From stem cells to morphogenesis, » aims to address the different elements of embryonic development in relation with stem cells, particularly focusing on the diversity of possible approaches brought by these two research domains. The seminars bring together the best international specialists in the field. The objective is to expose students to the recent concepts developed in developmental biology by highlighting their important contributions to the stem cell field and clinical sciences. Various domains of the developmental biology field are addressed in relation to stem cells, not only across the variety of embryonic models but also across the diversity of approaches (large-scale and translational approaches, mathematical modelling, biophysical approaches....).
Topics covered	Germ cell and sex determination, gastrulation, growth regulation, development of the nervous system, cell mechanics during development, synthetic developmental biology, stem cell and organogenesis, stem cells and their niches, regeneration, cancer stem cells, Evo-Devo
Prerequisites	Basic knowledge in developmental biology
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	• Experimental knowledge of embryonic models • Theoretical basis of modern approaches used in developmental biology (Big data analysis, biophysics, modeling) • Strong background in developmental biology is necessary to further understanding in the fields of stem cells, congenital diseases, and cancer.

Teaching team

- Team leader: Clémence Carron.
Teaching is conducted by a team of French and foreign researchers and professors

UM5BM222 Cell biology and cancer (Curie Institute)

Instructor(s)	Guillaume MONTAGNAC Danijela VIGNJEVIC Joëlle SOBCZAK-THEPOT		Guillaume.Montagnac@gustaveroussy.fr danijela.vignjevic@curie.fr joelle.sobczak_thepot@sorbonne-universite.fr	
Coordinator(s)	Franziska Bahr Tel : 01 44 27 72 86		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr	
Details	Semester	ECTS	In Person / Online	Maximum size
	S3	3	In Person	25, 5 from Sorbonne University
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Oral Presentation	Site
	25		5	Institut Curie
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work	Course materials
	French/English	English		English
Evaluations	Consult the document "Dates and rubrics" and/or the course instructor			
Type of course	This orientation course is proposed as an open course Application before September 15th (send CV and cover letter to joelle.sobczak_thepot@sorbonne-universite.fr). Number of places is limited. The selected students will proceed to their pedagogical registration on the Institut Curie website in January. The required documents are the following: <i>Curriculum Vitae</i>, motivation letter (80 words maximum), small description of research project (80 words maximum).			

Pedagogical presentation of the course

Objectives	The overall objective of this course is to understand the role of the cytoskeleton in cell migration, both at the molecular and structural levels, in reconstituted systems as well as in the cell and the organism.
Topics covered	The topics listed below will be covered in this course: • dynamics of the actin and microtubules in the cytoskeleton, • biogenesis of adhesions to the extracellular matrix, • relationship between adhesion and cell migration, • role of the cytoskeleton in adhesion to the extracellular matrix, • migration of healthy and cancerous cells, • degradation and invasion of the extracellular matrix by tumor cells, • physical properties of the actin and microtubules in the cytoskeleton, • physical properties of the extracellular matrix, • role of the cytoskeleton in cell-cell contact, • interaction between actin and integrins during cell adhesion and migration, • role of actin and microtubules in the dynamics of invadopodia, • role of endocytosis in cell adhesion and migration, • role of mechanical constraints on cytoskeleton dynamics and migration. Teaching is in English.

Prerequisites	Very strong knowledge of cell biology, specifically in the field of the cytoskeleton, is required to take this course.
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	Advanced methods and concepts for understanding cell organization and function. Interference through overexpression or inactivation of cellular components. <i>In-vitro</i> reconstruction of cell structures and functions. Modeling of cell functions.

Teaching team

- Team leaders: Guillaume Montagnac and Danijela Vignjevic.
Teaching is conducted by a team of French and foreign researchers and lecturers.

UM5BM233 From marine models to human cancer

Instructor(s)	Anthi Karaïskou Julia Morales		anthi.karaïskou@sorbonne-universite.fr julia.morales@sb-roscoff.fr		
Coordinator(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	6			16
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	16	12	32		Roscoff Biological Station UPMC
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English	English	English		English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This course is proposed as a part of the specialization in Cell Biology (advanced Course in Cell Biology UM5BM215), and also as an open teaching unit.				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This course takes place in an immersive setting at the Roscoff Biological Station (Finistère) for the first part and 3 days of seminars in Paris (Jussieu campus) This teaching unit starts by exploring the role of marine models in the study of the fundamental mechanisms governing the control of post-transcriptional gene expression and cell division. This basic knowledge will serve as a foundation for a second exploration of the fundamental mechanisms of carcinogenesis. The first part of the course, which will be held at the Roscoff Biological Station, will be based on the use of the early embryonic model of the sea urchin during an immersive workshop. The second part will take place in Paris in the form of scientific lectures focusing on the cellular mechanisms of cancer progression.
Topics covered	The first part of the course will explore the relevance of echinoderm models within the broader context of cell and molecular biology, and more specifically, in understanding the regulation of gene expression at the level of translation during the cell cycle and embryogenesis. Theoretical and practical teaching will provide students with an integrated view of the mechanisms controlling protein synthesis throughout eukaryotic evolution, encouraging them to consider the importance of developing experimental strategies based on the synergy between multiple disciplines. On a practical level, students will be immersed for seven days (from Monday to the following Tuesday) in a practical workshop primarily using the early sea urchin embryo as a model. They will address major themes such as fertilization, mitotic division, and embryonic development through hands-on experiments.

	The second part, more theoretical and focused on understanding the cellular mechanisms involved in cancer progression, will take place in the form of scientific lectures on the Sorbonne University campus in Paris. The fundamental cellular mechanisms of tumorigenesis will be discussed, such as deregulated proliferation, evasion of apoptosis, metastatic invasion, and more.
Prerequisites	
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	- Develop extensive knowledge of the translational control of mRNA in relation to the cell cycle - Perform experiments and understand good experimental practices - Develop and organize theoretical interpretations of the experiments - Master the standard techniques and conceptual tools essential to scientific research - Give a summary presentation - Critically analyze scientific literature - Evaluate the validity of scientific results. Learn how to analyze and criticize experimental results and/or protocols - Learn how to collaborate within a research team

Teaching team

- Leaders of the teaching team: Anthi Karaïskou and Julia Morales
- Lecture / Directed Study / Practical Work: Anthi Karaïskou (Sorbonne Université), Julia Morales (Research Director, CNRS), Joelle Sobczak (Sorbonne Université), Sandrine Ruchaux (Research Director, CNRS), Agnès Boutet (Lecturer, Sorbonne Université), Fernando Roch (Research Fellow, CNRS). (PhD Students, ED CdV).

Location

The course takes place in two locations. The first part (from Monday to the following Tuesday) is held at the Roscoff Biological Station (SU/CNRS) in Finistère, and the second part takes place on the Sorbonne University campus in Paris.

Assessment

The course is assessed through continuous evaluation:

- 1 presentation on the practical work and results obtained (group work, 30% of the final grade)
- 1 written exam of 2 hours (40% of the final grade) (*Questions in English, answers may be in English or French*)
- 1 bibliographic analysis (group work, 30% of the final grade)

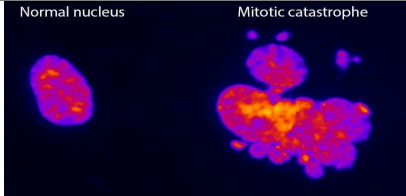
Languages used

English by default. French may be used if the entire group understands and speaks it.
Course materials and the final exam topic will be in English.

UM5BM285 From cell renewal to disease: safeguarding genome integrity

Instructor(s)	Olivier GAVET		olivier.gavet@gustaveroussy.fr		
Coordinator(s)	Franziska Bahr Tel : 01 44 27 72 86		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	6	In Person		12
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	20		30	10	P & M Curie Campus & Saint Antoine
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English	English	English		English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This orientation course is proposed as an open course				
	Contact the module instructor (olivier.gavet@gustaveroussy.fr) and send your CV and cover letter before September 15 th				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	
	The maintenance of genome integrity is essential for normal development, tissue homeostasis and the prevention of diseases such as cancer. Throughout life, cells are continuously exposed to endogenous and environmental sources of DNA damage that challenge genome stability. To cope with these threats, cells have evolved sophisticated mechanisms that coordinate DNA replication, DNA repair and cell cycle progression. This course provides an integrated and up-to-date view of the molecular mechanisms that preserve genome integrity and cellular identity. Particular emphasis is placed on the origin and consequences of DNA damage, the cellular responses that limit its propagation, and how defects in these pathways contribute to tumor development, intra-tumor heterogeneity and resistance to anticancer therapies. The course combines lectures given by active researchers with hands-on practical sessions. Students will investigate cellular responses to DNA damage and cell cycle perturbations induced by therapeutic inhibitors using a set of experimental approaches commonly employed in academic research.

Topics covered	Cell Cycle Control • Molecular mechanisms governing cell cycle progression. • Coordination between DNA replication and cell division. DNA Damage Responses and Checkpoints • DNA damage signaling pathways. • Cell cycle checkpoints and their roles in preserving genome integrity. • Limitations and failures of checkpoint mechanisms. DNA Repair Pathways • Major DNA repair mechanisms and their biological significance. • Consequences of defective DNA repair. • Genome instability and cancer development. Practical Training Students will perform experiments and data analysis using techniques widely employed in academic research laboratories: • Time-lapse video microscopy for monitoring cell proliferation and cell fate. • Confocal and fluorescence microscopy. • Flow cytometry analysis of cell cycle progression. • Chromosome spreading and genome instability assays. • Detection and quantification of DNA damage. • Introduction to quantitative image analysis using ImageJ/Fiji.
Prerequisites	None
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	• Understand the molecular mechanisms that coordinate cell cycle progression, DNA replication and genome maintenance • Understand the biological consequences of checkpoint defects, genome instability and DNA repair deficiencies, particularly in the context of cancer development and therapeutic resistance. • Use experimental approaches including time-lapse video microscopy, immunofluorescence microscopy, flow cytometry and chromosome spreading to study genome stability and cell proliferation. • Perform basic quantitative analysis of biological images using ImageJ/Fiji (advanced image analysis approaches are further developed in course UM5BM203 and you are welcome to apply). • Integrate and critically discuss complementary experimental datasets generated using different methodologies. • Critically analyze and orally present a recent research article related to genome integrity, DNA repair or cell cycle regulation.

Teaching team

- Team leaders: Olivier Gavet, Emmanuelle Despras, Stephan Eberhard and Joëlle Sobczak-Thépot

UM5BM315 Recherche et développement en biotechnologies

Responsable(s)	Sébastien ANDRE		sebastien.andre@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	12	Présentiel		40
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	100		30		Campus P & M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français/Anglais		Français		Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	L'objectif de l'unité d'enseignement est de préparer l'entrée des jeunes diplômés en biologie dans les secteurs clés de l'industrie des biotechnologies, biopharmaceutiques et cosmétiques et de leur procurer ainsi des débouchés immédiats dans ces secteurs. Au travers des enseignements dispensés, les étudiants pourront appréhender la complexité du monde de l'industrie des biotechnologies, leurs secteurs clés, leur organisation et leur stratégie. Les étudiants pourront également identifier les métiers actuels et futurs qui leur seront accessibles dans ces entreprises et s'initier aux compétences clés des bioentreprises.
Thèmes abordés	- Connaissance de l'entreprise : fonctionnement de l'entreprise, intelligence économique, développement des médicaments et des produits de la santé, financement des projets, qualité, marketing, bioéthique, valorisation, innovation et propriété industrielle. - Formation humaine : connaissance et dynamisation personnelle, communication interpersonnelle et mobilisation vers l'emploi (outils de prospection, simulations d'entretiens). - Connaissances technologiques et biologiques : génie immunologique, génie génétique, culture de cellules et de tissus, technique d'analyse et de visualisation, biomimétisme, les grands thèmes en biotechnologies (cellules souches, vaccins, anticorps thérapeutiques, immunothérapies, thérapies géniques et cellulaires, biomarqueurs, médicaments, développement des nanotechnologies, medtech).
Prérequis	aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	- Appréhender un problème scientifique - Développer une démarche scientifique expérimentale - Développer un sens critique - Structurer et problématiser les enjeux sociétaux d'un projet - Participer à la gestion de projet - Acquérir une vision globale de l'entreprise en biotechnologies et industries pharmaceutiques

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Sébastien André, Marco Da Costa, Sophie Louvet et Juliette Puyaubert.
- Enseignants : Sébastien André, Charles Durand, de nombreux intervenants issus des entreprises de biotechnologies et des alumni du M2 Biotech.

UM5BM320 Tissue engineering and predictive toxicology

Responsable(s)	Christian Pellevoisin Sophie Louvet Sébastien André		cpellevoisin@mattek.com sophie.louvet_vallee@sorbonne-universite.fr sebastien.andre@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	3	Présentiel		40
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	16	1	13	4	Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
	Français/Anglais	Français/Anglais	Français	Français/Anglais	Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE d'orientation proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Aborder les enjeux scientifiques, technologiques et réglementaires du remplacement de l'animal pour l'évaluation de la sécurité d'un produit avant sa mise sur le marché. Les bonnes pratiques dans le domaine de la cosmétique et du dispositif médical permettront d'introduire les nouvelles approches prédictives en toxicologie. Le remplacement de l'animal pour des raisons éthiques et pour l'amélioration de la protection des consommateurs et des patients sera abordé au travers l'utilisation de tissus humains reconstruits par ingénierie tissulaire. Les travaux pratiques permettront aux étudiants de mettre en œuvre dans des conditions réelles les principes vus durant les cours en conduisant, en conditions réelles, l'évaluation du potentiel irritant d'échantillons de produits chimiques (méthode OCDE TG439) et de dispositifs médicaux (méthode ISO CEN 10993-23 :2021). L'apprentissage par le « faire » contribuera fortement à l'acquisition des compétences.
Thèmes abordés	- Expérimentation animale en toxicologie et méthodes alternatives, concept des 3R. - Validation des méthodes alternatives et acceptation réglementaire. Toxicologie prédictive et nouveaux paradigmes en toxicologie (AOP, IATA), Méthode valide vs méthode validée (validation des méthodes alternatives), Remplacement de l'animal - Biocompatibilité et évaluation de la sécurité des dispositifs médicaux et des cosmétiques : - Ingénierie Tissulaire - Modèles 3D : Principe, Les modèles industriels et leurs applications, Modèles 3D et toxicologie prédictive - Applications du bioprinting : De la toxicologie à la médecine personnalisée, Démonstration du bioprinter Cellink - Mise en œuvre d'une méthode in vitro prédictive de l'irritation basée sur l'utilisation de modèles issus de l'ingénierie tissulaire pour l'étude de la biocompatibilité d'un dispositif médical. Comparaison avec protocole OECD TG 439 sur les mêmes produits et sur des produits chimiques.
Prérequis	Connaissance en biologie et biotechnologies.

Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	Appréhender les enjeux sociétaux et réglementaires du remplacement de l'animal en toxicologie. Connaitre les principes de l'évaluation toxicologique et de l'application du concept des 3Rs. Connaitre les méthodes d'ingénieries tissulaires et leurs applications en R&D et en toxicologie. Comprendre les évolutions technologiques dans ce domaine avec les approches en microfluidiques et le bioprinting. Mettre en œuvre un protocole expérimentale standardisé et interpréter les résultats.
---	---

Equipe pédagogique

- Animateur de l'équipe : S. André, S. Louvet
- Conférences : C.Pellevoisin, M. Hautefeuille
- Travaux pratiques : C.Pellevoisin/V.Karetsky

UM5BM330 Bioproduction

Responsable(s)	Marco Da Costa Sophie Louvet Juliette Puyaubert	marco.da_costa@sorbonne-universite.fr sophie.louvet_vallee@sorbonne-universite.fr juliette.puyaubert@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel	Effectif maximal
	S3	3	Présentiel	20
Volume horaire (H)	Cours / Conf.	TD	TP /Projet	Site
			35h	Campus P&M Curie ou Centre de formation spécialisé
Langue d'Enseig	Cours	TD	TP	Supports de cours
Français/ Anglais			Français	Français
Evaluations	Rapport d'activités en fin de semaine + Présentation orale			
Type d'UE	Atelier non proposé en UE d'ouverture Réservé aux étudiants du parcours innovation en Biotechnologies			

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	La formation a pour but de renforcer les connaissances et d'acquérir les compétences techniques opérationnelles liées à la fabrication d'anticorps monoclonaux thérapeutiques (ou toute autre protéine d'intérêt) : - Identifier les étapes du procédé de production de protéines et les équipements associés - Identifier les composants à manipuler, leurs caractéristiques et leurs rôles - Maîtriser la qualité du produit pendant toute la durée du procédé - Valider la qualité du produit fini par différentes techniques d'analyses. Cet atelier propose de créer un scénario de formation par mise en situations professionnelles permettant d'acquérir un socle de compétences en bio-production. Il s'axera sur la mise en œuvre d'un procédé de production de protéines (USP, DSP, Analyses).
Thèmes abordés	Le programme pédagogique s'articule autour de mises en situations professionnelles et utilisation d'équipements pilotes industriels et semi-industriels. Le dispositif de formation s'articule autour de 2 modules avec les objectifs établis pour développer les compétences des étudiants. <u>Module 1</u> : Mise en œuvre de production de protéines (anticorps ou autre) par des bactéries ou cellules eucaryotes <u>Module 2</u> : Mise en œuvre d'analyses de la qualité de la protéine produite (IgG thérapeutique ou autre)
Prérequis	Aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	- Réaliser une culture de cellules productrices de protéines dans un bioréacteur - Réaliser une opération de chromatographie : purification de la protéine par chromatographie - Réaliser des opérations de filtration frontale et tangentielle sur des équipements pilotes industriels - Réaliser les techniques principales d'analyse des attributs qualité critique de la protéine produite

Equipe pédagogique- Leader of the teaching team: Sorbonne Université : Marco Da Costa, Sophie Louvet, Juliette Puyaubert

UM5BM363 : Production de protéines recombinantes

Responsable(s)	Houssain BENABDELHAK Thanos GHELIS		houssain.benabdelhak@sorbonne-universite.fr thanos.ghelis@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S1	3	Présentiel		28
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Conférences	Site
	3	6	25	1	Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français	Français	Français		Français
Types d'UE	Peut être choisie comme UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Les objectifs de cette unité d'enseignement sont de donner aux participants les moyens d'identifier les problèmes rencontrés dans la production de protéines recombinantes, en particulier avec les protéines membranaires ou toxiques, ainsi que les pistes pour pouvoir proposer des solutions. Après une présentation générale de la production en système procaryote et eucaryote, cet atelier pratique s'intéresse aux méthodes qui peuvent être mises en place chez <i>Escherichia coli</i> pour optimiser la production, en fonction de l'objectif de la surexpression. Cet enseignement est construit comme une formation "clé-en-main" permettant aux étudiants de mettre en place, dès la fin de la semaine, une stratégie d'expression recombinante adaptée allant du choix du système d'expression à celui des vecteurs, à la stratégie de clonage jusqu'à la purification et à l'évaluation du système. L'appropriation des thèmes abordés est favorisée par la mise en commun des résultats et la discussion en groupe des analyses. Pour des raisons pédagogiques, la langue utilisée en cours et en TP est la langue française. Les outils pédagogiques sont : apprentissage par la pratique, pédagogie inversée, <i>blended learning</i> , incluant de outils numériques dans certains cas.
Thèmes abordés	- Stratégies de clonage (PCR classique, Gateway, Gibson Assembly) - Les systèmes d'expression utilisés chez <i>Escherichia coli</i>. - Les systèmes d'expression eucaryotes (levures, cellules d'insecte, métazoaires). - Autres systèmes d'expression (<i>in vitro</i>, plantes, ...). - Les contrôles génétiques de la production, les paramètres de mise au point possibles. - Les problèmes pouvant être rencontrés, les corrections possibles. - La purification des protéines étiquetées : conditions natives ou dénaturantes, les améliorations possibles des protocoles.
Prérequis	La structure d'un gène, la transcription et ses signaux, l'épissage et la maturation des ARN, la traduction, la structure des protéines et la structure de l'ADN. Des notions de biochimie des protéines sont utiles.

Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	• Stratégies de clonage • Expliquer les bases d'un système recombinant • Identifier les avantages et inconvénients des systèmes d'expression possibles • Mettre en place une stratégie d'expression: la conceptualiser, la mettre en place dans la pratique au laboratoire (construction génétique, production) • Savoir utiliser les systèmes de purification de type IMAC • Identifier et évaluer les points de contrôle du système • Proposer des pistes d'amélioration des points critiques • Travailler en respectant les bonnes pratiques de laboratoire • Faire un reporting de son travail à son équipe • Mettre en forme et rédiger un compte-rendu de ses résultats (français ou anglais)
---	--

Equipe pédagogique

- Animateur de l'équipe : Houssain Benabdelhak & Thanos Ghelis.
- Cours Magistraux : Sylvie Collin
- Conférence : Jean-Pierre Bouly
- Travaux Dirigés : Houssain Benabdelhak et Thanos Ghelis
- Travaux Pratiques : Houssain Benabdelhak, Thanos Ghelis, Marianne Jaubert, Luc Richard

UM5BM421 Genomes and epigenomes

Instructor(s)	Laure TEYSSET Stéphane LE CROM		laure.teysset@sorbonne-universite.fr stephane.le_crom@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	12	In Person		15
Number of Hours (H)	Conferences	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	60	30	60	30	Pasteur/ENS/SU/MNHN
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	French/English depending on option				
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This specialized course is not proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This course aims to introduce students to the fundamental concepts, tools, major developments, and future outlook of genomics, epigenomics, human genetics, and evolution. The instruction is offered through four options that are organized around common elements: lectures and conferences given by specialists in their fields. The aim of this course is to develop students' knowledge and make them independent by fostering their critical thinking skills in the analysis of results from various fields in modern biological sciences.
Topics covered	The course will be chosen among one of the following options: - The "genome analysis" option, which is based on the Pasteur course of the same name, and whose teaching is organized around a theoretical component made up of conferences and practical work carried out in the laboratory to obtain biological material that is then sequenced and analyzed using the most recent specialized software. - The "human genetics" option is based on the Pasteur course on human genomics and genetic epidemiology (UM5BM461) and on a selection of lectures at the École normale supérieure about applications of high-throughput analysis in the medical field. - The "genetics and evolution" option consists of either a selection of lectures at Sorbonne University and the École normale supérieure about the evolution of genomes and population genetics, conservation, and biodiversity, or a program entitled Evolution of genomes, populations, and species: data and models (EvoGEM; inter-establishment (SU, MNHM, ENS, UP, Paris-Saclay)) - The "bioanalysis" option offers training in bioinformatics based on the courses UM5BM011, UM5BM012, UM5BM103 and a choice of UM5BM016 or UM5BM017. This option is particularly designed for the students who wish to reorient towards the bioinformatic analysis of data (bioanalysis).

Prerequisites	Candidates must have strong knowledge of genetics, molecular biology, and biochemistry at the level of the end of the first year of the master's program. No computer science prerequisite is required for the first two options. The bioinformatics methods necessary for data analysis will be taught during the course. For the "bioanalysis" option and the EvoGEM program, some programming knowledge is required. Students will have ready access to computers to apply this instruction.
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	- Ability to read and apply an experimental protocol; - Analysis of obtained results and critical study of experimental data; - Autonomy with regards to the execution of command lines in a Linux environment (for the genome analysis option); - Development of a scientific research project and thoughtful analysis of a question related to genomics, epigenetics, human genetics, and/or evolution; - Ability to work in a team and develop scientific reasoning with colleagues or peers.

Teaching team

- Course leaders: Laure Teyssset and Stéphane Le Crom..
- Lectures given by French and foreign specialists in various fields of genomics, epigenetics, human genetics, and/or evolution.

UM5BM430 Génomique médicale - GenoMed

Responsable(s)	Laure Teyssset Marie Legendre Irina Giurgea		laure.teyssset@sorbonne-universite.fr marie.legendre@aphp.fr irina.giurgea@inserm.fr		
Gestionnaire(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		20
Volume horaire (H)	Cours / Conférences	TD	TP /Projet	Travail personnel	Site
	26h	18h	6h	10	Faculté de Santé : Sites Pitié-Salpêtrière et Saint-Antoine
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
	Français	Français	Français		Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_2026-2027» et /ou le responsable				
Type d'UE	UE de spécialisation proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cet enseignement a pour objectif de sensibiliser les étudiants en médecine , pharmacie (durant leur année de césure) et en sciences aux outils de génétique et génomique axés sur les applications médicales actuelles (diagnostic, thérapeutique). Il aborde les principaux mécanismes des maladies génétiques humaines (pédiatriques, de l'adulte et cancer) et aux principaux outils/approches de recherche translationnelle en génétique médicale. Des ateliers permettent aux étudiants de s'initier à l'analyse de données de séquençage haut débit dans un contexte de diagnostic.
Thèmes abordés	Variabilité du génome humain - Principales techniques d'étude du génome/transcriptome et processus bioinformatique d'analyse des données - Outils d'analyse <i>in silico</i> , bases de données de variations et génomique intégrative - Applications aux maladies constitutionnelles et aux cancers - Principales approches de la recherche en génétique médicale humaine (GWAS, WES, ADN recombinant...) - Thérapies géniques, cellulaires et ARN : principes, limites et enjeux éthiques
Prérequis	Les candidats doivent avoir de bonnes connaissances en génétique et biologie moléculaire du niveau de la fin de première année de Master. Pour les étudiants issus de formation médicales ou en pharmacie, il est nécessaire d'avoir suivi une UE de génétique moléculaire ou biologie moléculaire
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	● Connaître la variabilité du génome humain ● Utiliser des bases de données en ligne pour répondre à une question médicale ou scientifique (gnomAD, Gtex...) ● S'initier à la manipulation de données issues du séquençage haut débit ● Maîtriser les applications et limites des principales techniques d'étude du génome/transcriptome humain

	● Apprécier <i>in silico</i> la pathogénicité potentielle des variations du génome humain ● Concevoir un plan expérimental simple pour évaluer la pathogénicité d'une variation ● Développer un esprit critique sur les données génétiques de la littérature
--	--

Equipe pédagogique

Animation : Julien Buratti, Sophie Garnier, Marie Legendre, Camille Louvrier, Irina Giurgea, Laure Teyssset

Enseignants : Les intervenants sont des praticiens hospitalo-universitaires ou hospitaliers, des enseignants-chercheurs et ingénieurs en bioinformatique.

UM5BM431 Genome instability and human disease

Instructor(s)	Marina PINSKAYA		marina.bischerour@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S2	6	In person		35 participants incl. 5 Master 2 students
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	25	15		20	Institut Curie, Paris
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English	English	/		Abstract book
Evaluations	Elevator pitch (20/100); Talk chairing & summary (40/100); Poster (40/100)				
Type of course	This orientation course is proposed as an open course. Registration required by email marina.bischerour@sorbonne-universite.fr				
	Selection is based on the internship topic, CV and motivation (M2 internship should be related to (epi)genetics in health and disease / functional genomics / DNA damage and repair, recombination and replication mechanisms)				
	Selection results: first week of october				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	Genome instability is a hallmark of cancer and a major cause of genetic diseases. Understanding the causal links between genome instability and human disease requires a detailed knowledge of the fundamental mechanisms governing DNA and RNA metabolism, including genome organization, chromatin dynamics, and the regulation of gene expression during development and in response to genotoxic stress. Disruption of these fundamental processes of genome metabolism contributes to a wide range of pathologies, including cancer, aging, neurological disorders, and immunodeficiencies. This international workshop, taught entirely in English, brings together leading and early-career researchers, experts in the field of the mechanisms that maintain genome stability to large scale approaches (molecular signature using NGS and proteomics). Through six focused sessions, participants will learn how a research continuum, from basic research to clinical and translational research, provides opportunities to solve human health issues. Organized by the Institut Curie in collaboration with Sorbonne Université, this unique event fosters interdisciplinary exchange, strengthens ties between speakers,
------------	--

	organizers and attendees, and highlights bioinformatics and molecular-cellular tools. Designed for Master, PhD students and postdocs, the workshop not only delivers top-tier scientific training but also cultivates new collaborations, career perspectives, and awareness of ethical and communication practices in modern genomics.
Topics covered	1. Basics mechanisms for maintaining genome stability: DNA repair, replication, DNA damage signaling, spatial genome organization. 2. Dysfunction of these pathways in human diseases. 3. Molecular signatures of genome instability. 4. DNA damage response pathways as therapeutic targets and as diagnostic and prognostic biomarkers.
Prerequisites	Students enrolled in the second year of a master's degree or in the PhD program. English – B2/C1 level (reading, writing, speaking) Notions of computational approaches in genomics, genome organization, epigenetics, molecular and cellular biology, molecular bases of DNA replication, repair, recombination.
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	Participants will acquire skills and knowledge of : • how genome integrity is maintained in healthy cells and how its disruption drives disease; • how genomic and proteomic approaches, including next-generation sequencing (NGS), identify molecular signatures of genome instability; • how discoveries in basic research are translated into biomarkers and targeted therapies; • how bioinformatics and molecular and cellular approaches are integrated to study genome maintenance and human disease. • communication skills (elevator pitch, poster presentation of student's own research project, discussion with speakers) • critical analysis of the experimental approaches and findings • career opportunities in academia and beyond, networking

Teaching team

- Organization: Marina Pinskaya
- Lectures: Researchers from the Institut Curie (**Chunlong Chen**, Valery Borde, **Sarah Lambert**, **Raphaël Ceccaldi**, **Daniele Fachinetti**) and invited speakers from the European research community.
- Directed Study: Marina Pinskaya

UM5BM432 Post-transcriptional Gene Regulation **N'ouvre pas en 26-27**

Instructor(s)	Marina PINSKAYA		marina.bischerour@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S2	6	In person		35 participants incl. 5 Master 2 students
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	27	13		20	Institut Curie, Orsay
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English	English	/		Abstract book
Evaluations	Elevator pitch (20/100); Talk chairing & summary (40/100); Poster (40/100)				
Type of course	This orientation course is proposed as an open course. Registration required by email marina.bischerour@sorbonne-universite.fr				
	Selection is based on the internship topic, CV and motivation (M2 internship should be related to (epi)genetics in health and disease / functional genomics / DNA damage and repair, recombination and replication mechanisms)				
	Selection results: first week of october.				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	The aim of this course is to provide a comprehensive overview of post-transcriptional gene regulation, covering RNA splicing, polyadenylation, RNA modifications (the epitranscriptome), RNA localization, translation, and RNA degradation across different kindoms of life. Particular emphasis will be placed on the molecular mechanisms controlling RNA metabolism and their roles in gene expression, development, and cellular homeostasis, as well as how their dysregulation contributes to human disease. Participants will gain insight into recent advances, emerging technologies, and current challenges in RNA biology. This international workshop, taught entirely in English, brings together leading and early-career researchers with expertise in post-transcriptional gene regulation in both the nucleus and the cytoplasm, using molecular, cellular, and genome-wide approaches. Designed for Master 2, PhD students and postdocs, the workshop not only delivers top-tier scientific training but also cultivates new collaborations, career perspectives, and awareness of ethical and communication practices in modern research.
Topics covered	1. RNA metabolism and post-transcriptional gene regulation

	2. Translational control and RNA quality surveillance 3. RNA regulation in development and cell fate 4. Post-transcriptional gene expression dysregulation in human disease 5. Post-transcriptional gene regulation and therapeutic opportunities
Prerequisites	Students enrolled in the second year of a master's degree or in the PhD program. English – B2/C1 level (reading, writing, speaking) Notions of biochemistry, molecular and cellular biology, molecular bases of RNA metabolism, RNA modifications, as well as of computational approaches in (epi)transcriptomics.
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	Participants will acquire skills and knowledge of : • the fundamental mechanisms of post-transcriptional gene regulation across different kingdoms of life; • the roles of RNA metabolism in development, cellular homeostasis, and disease; • state-of-the-art approaches in (epi)transcriptomics, translaticomics, and RNA biology; • experimental strategies and bioinformatic tools used to investigate RNA processing, translation, and RNA turnover; • emerging RNA-based diagnostic and therapeutic applications; • communication skills (elevator pitch, poster presentation of student's own research project, discussion with speakers); • critical analysis of the experimental approaches and findings; • career opportunities in academia and beyond, networking.

Teaching team

- Organization: Marina Pinskaya
- Lectures: Researchers from the Institut Curie and IBENS (Martin Dutertre, Hervé Le Hir, Reini Luco, Albertas Navickas, Patricia Uguen, Stéphan Vagner, Daniela Verga) and invited speakers from the European research community.
- Directed Study: Marina Pinskaya

UM5BM460 Epigenetics, chromatin and nuclear organization: from the normal to the pathological

Instructor(s)	Nathalie DOSTATNI Geneviève ALMOUZNI		nathalie.dostatni@curie.fr genevieve.almouzni@curie.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	6	In Person		40, at least 5 from SU
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Oral Exams	Personal Work	Site
	25	27			Institut Curie
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English	English	English		English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This course is proposed as an open course 10th - 17th March, 2027 Registration must be completed on the Institut Curie website (CV + cover letter + letter of recommendation) https://enseignement.curie.fr/fr/cours/internationaux/liste%20 Please note: this international course brings together students from all over the world, and is therefore conducted exclusively in English				
Prerequisites	- Definition of epigenetics, difference between epigenetics and genetics, concept of an epigenome - Chromatin and nucleosome organization - Post-translational modifications of histones and histone code - DNA methylation - Non-coding RNA and interfering RNA - Nuclear architecture and nuclear compartments - Concepts of epigenetic mechanisms (parental imprinting, epigenetic memory and reprogramming, Polycomb-/Trithorax-group proteins, X-chromosome inactivation)				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	The objectives of this course are to provide an overview of epigenetic mechanisms and their links to chromatin. The different functions of the nucleus relating to the genome and its organization will be discussed, with an emphasis on technological limitations and new experimental approaches being developed. The connections between the destruction of nuclear functions and the development of human pathologies will be presented.
Topics covered	- Epigenetics and chromatin dynamics - Imaging of the nucleus and its functions - Extinction, transcriptional profiles, and genomics - Memory of transcriptional states, stem cells, and reprogramming

	- Epigenetics: quantitative approaches and theoretical models - Maintenance of (epi)genome integrity - Epigenetics and pathologies (Cancer, Diabetes, neurodegenerative diseases)
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	- Better understanding of the field - Increased understanding of cutting-edge experimental techniques and their limitation - Development of critical thinking skills in the analysis of experimental data

Teaching team

G. Almouzni, N. Dostatni, Iva Simeonova

UM5BM461 Human population genomics and genetic epidemiology

Instructor(s)	Laurent ABEL Aurélie COBAT Lluís QUINTANA-MURCI Sophie GARNIER	laurent.abel@inserm.fr aurelie.cobat@inserm.fr quintana@pasteur.fr sophie.garnier@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale T�l. : 01.44.27.20.27	sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online	Maximum size
	S3	6	In Person	30, 10 from SU
Number of Hours (H)	Lecture / Conferences	Directed Study / Practical Work	Personal Work	Site
	40	20		Pasteur
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work	Course materials
French/English	English	English	English	English
Evaluations	Consult the document "Dates and rubrics" and/or the course instructor			
Type of course	This orientation course is proposed as an open course			
	Extern candidate, by application: CV and cover letter SU candidate: interview during master recruitment (Sophie Garnier)			

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This course, consisting of two weeks of increasing difficulty, is designed to train participants in emerging disciplines in the health sciences, such as population genetics and genetic epidemiology. It will be composed on one hand of theoretical teachings, lectures, and practical work on computers (using analysis software), as well as directed study including, on the other hand, critical readings of articles. The examples covered during the practical and directed work will be drawn from real data and the results may be discussed.
Topics covered	• Human genomics and population genetics. • Genetic epidemiology. • Public databases (HapMap, 1000 Genomes, ...) • Quantitative genetics • High-throughput technologies (GWAS, next-generation sequencing, ...).
Prerequisites	The only prerequisite, given that the lectures are given in English, is to have a sufficient command of the language to follow correctly.
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	Genomic analysis (theoretical and practical skills, hands-on computer works): linkage and association analysis, whole exome and whole genome sequencing, transcriptomic, human population genetics, Knowledge on evolutionary genetics, evolutionary mechanisms ...

Teaching team

- Team leaders: Aurélie Cobat, Lluís Quintana-Murci, Laurent Abel (Sophie Garnier is the correspondent representative for SU)
- Conferences given by guest speakers.
- Lectures: Laurent Abel, Hugues Aschard, Jérémy Choin, Aurélie Cobat, Sophie Garnier, Guillaume Laval, Etienne Patin, Maxime Rotival, Lluís Quintana-Murci, Etienne Patin and Paul Verdu.
- Practical Work: Yann Aquino, Sophie Garnier, Aurélie Cobat, Guillaume Laval, Jeremy Manry and Etienne Patin.

UM5BM530 Advanced Immunology (Immunologie approfondie)

Instructor(s)	Sophie SIBERIL Pierre-Emmanuel JOUBERT	sophie.siberil@sorbonne-universite.fr pierre-emmanuel.joubert@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27	sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online	Maximum size
	S3	12	In Person	30
Number of Hours (H)	Lecture / Conferences	Directed Study / Practical Work		Personal Work
	60 to 90	30 to 60		P & M Curie Campus Cordeliers / Necker / La Pitié Salpêtrière/ Institut Pasteur
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work	Course materials
French/English	French and English	French and English	French and English	French and English (Exam written in English)
Evaluations	Consult the document "Dates and rubrics" and/or the course instructor			
Type of course	This specialized course is not proposed as an open course			

Pedagogical presentation of the course

Objectives	To prepare students for careers in basic and clinical research in immunology. To provide theoretical and practical instruction on the physiology of the immune response in various situations: anti-infectious immunity, immunology of tumors and transplants, local immunity and immunosenescence, the link between microbiota and immunity, and pathologies of the immune system (autoimmunity, immune deficiencies, allergies). To train in new diagnostic and therapeutic tools.
Topics covered	- Physiology and organization of the immune system. - Innate immunity. - Immune responses and homeostasis. - Tolerance. - Mucosal immunity. - Immune deficiencies and immunosenescence. - Anti-infectious immunity. - Transplantation and new transplant therapies. - Anti-tumor immunity. - Autoimmunity & inflammation. - Allergies. - Immunotherapy.
Prerequisites	Strong knowledge of fundamental immunology obtained, for example, through the immunology courses of the bachelor's degree and the first year of the master's degree, and corresponding to approximately 9 ECTS. This knowledge will include the following topics: physiology of the immune system (cells and organs of the immune system, lymphocyte circulation); recognition mechanisms (innate immunity, B cells and immunoglobulins, T cells and TCR, the major histocompatibility complex and antigen presentation mechanisms); diversity, selection, and function of

	lymphocyte repertoires; regulation of the immune system (complement system, immunological tolerance, immunosurveillance, hematopoiesis); evolution of the immune system. Basic theoretical knowledge of the physiopathological processes of diseases associated with the immune system (inflammation, autoimmunity, cancer, transplant rejection, immune deficiencies...). The theoretical principles underlying the following immunological techniques are considered as acquired: production of monoclonal and polyclonal antibodies, precipitation in liquid and solid media, ELISA/RIA, ELISPOT, immunoprecipitation, western blots, proliferation tests, immunofluorescence, multiparametric flow cytometry, cytotoxicity tests, use of tetramers, experimental animal models, cell transfers. More generally, it is important to know how to manage bibliographic resources (databases, online scientific journals); to demonstrate an ability to analyze and synthesize scientific articles related to the concerned biological field. Ability to perform a rational and critical analysis of results to solve a scientific problem. Ability to learn and adapt; ability to organize one's work and work in a team; ability to communicate results (in writing and orally) and to defend a project in front of opponents. Good command of scientific English (certified level B2).
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	- Understanding of the experimental principles leading to the demonstration and description of normal and pathological immune responses - Understanding of reasoning and concepts related to modern immunology - Ability to manage bibliographic resources (databases, online scientific journals) and master the scientific literature - Understanding of the methodology of scientific analysis (writing syntheses, scientific reports)

Teaching team

- Team leaders: Andrès Alcover, Ana Cumano, Milena Hasan, Sophie Sibéril, Adrien Six, Bertrand Bellier, Encarnita Mariotti-Ferrandiz, Mireille Viguier, Rachel Golub, Eric Tartour, Sébastien Storck and those in charge of the theoretical modules (see detailed programs).
- Lectures: guest researchers and professors from France and abroad.
- Directed Study: French guest researchers and professors.
- Practical Work: Milena Hasan.

UM5BM540 Immunotherapies and Systems Immunology

Instructor(s)	Véronique MATEO Encarnita MARIOTTI-FERRANDIZ		veronique.mateo@sorbonne-universite.fr encarnita.mariotti@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	12	In Person		12
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
					P & M Curie Campus
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English	English	English		English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	Specialisation Teaching Unit is not proposed as an open course (for students from the international program « From fundamental molecular biosciences to biotherapies »)				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	
Topics covered	
Prerequisites	
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	- Understanding of the fundamentals and developments of immunotherapies in link with the pathologies related to the immune system. - Regulatory notions and clinical aspects associated with Biotherapies. – Ability to manage bibliographic resources (databases, online scientific journals) and master the scientific literature - Understanding of the methodology of scientific analysis (writing syntheses, scientific reports)

Teaching team

- Team leaders:
- Lectures: professors, researchers, clinicians, and industrialists specialized in immunology, biotherapy, or vaccinology.
- Directed Study: professors from the immunology teaching team
- Practical Work: professors from the immunology teaching team

UM5BM554 Autoimmunity and inflammation

Instructor(s)	Pierre-Emmanuel Joubert	pierre-emmanuel.joubert@sorbonne-universite.fr			
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27	sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr			
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	3	In Person		30
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	30				P & M Curie Campus
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English				English (Exam written in English)
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This orientation course is proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This course offers students enrolled in the second year of the master's degree a complementary study in the field of autoimmune diseases and inflammation. The course will provide a global vision of the current basic and clinical research in the field.
Topics covered	- Genetics of autoimmune diseases. - Stroma and inflammation. - Role of B cells and autoantibodies in immunopathology. - Role of phagocytic cells in inflammation and autoimmunity. - Atherosclerosis: an inflammatory disease. - Hygiene, microbiome, autoimmune diseases, and inflammation. - Celiac disease. - Autoimmune diabetes. - Multiple sclerosis. - Systemic lupus erythematosus. - Rheumatoid arthritis. - Pulmonary inflammation.
Prerequisites	Students must have strong knowledge of fundamental immunology. Must have thorough knowledge of physiology, cell biology, and molecular biology in general. Must know how to manage bibliographic resources; must demonstrate an ability to analyze and synthesize scientific articles. Must be able to perform a rational and critical analysis of results. Must have a strong command of French and scientific English (certified level B2).
Skills acquired during the course	Understanding of the experimental principles leading to the demonstration and description of normal and pathological immune responses Understanding of reasoning and concepts related to the topic

(concepts, methodology, and tools)	Ability to manage bibliographic resources (databases, online scientific journals) and master the scientific literature Understanding of the methodology of scientific analysis (writing syntheses, scientific reports)
------------------------------------	---

Teaching team

- Team leaders: Lucienne Chatenoud, Antonino Nicoletti.
- Lectures: professors, researchers, and clinicians specialized in the field.

UM5BM555 Hereditary immune deficiency and immunosenescence

Instructor(s)	Pierre-Emmanuel JOUBERT		pierre-emmanuel.joubert@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	3	In Person		30
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	30				P&M Curie Campus
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English				English (Exam written in English)
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This orientation course is proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This course offers students enrolled in the second year of the master's degree a complementary study in the field of hereditary immune deficiencies and immunosenescence. The course will provide a global vision of the current basic and clinical research in the field.
Topics covered	- Monogenic diseases of the immune system. - Pathologies of apoptosis. - Lymphohistiocytosis. - Phagocytic deficiencies. - T cell activation deficiency. - V(D)J recombination defects / isotype switching defects. - Repair defects and IHL. - Bacterial infections and genetic susceptibility. - Fungal infections and genetic susceptibility. - Viral infections and genetic susceptibility. - Immunosenescence. - Complement deficiency.
Prerequisites	Students must have strong knowledge of fundamental immunology. Must have thorough knowledge of physiology, cell biology, and molecular biology in general. Must know how to manage bibliographic resources; must demonstrate an ability to analyze and synthesize scientific articles. Must be able to perform a rational and critical analysis of results. Must have a strong command of French and scientific English (certified level B2).
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	- Understanding of the experimental principles leading to the demonstration and description of normal and pathological immune responses - Understanding of reasoning and concepts related to the topic - Ability to manage bibliographic resources (databases, online scientific journals) and master the scientific literature

.

	- Understanding of the methodology of scientific analysis (writing syntheses, scientific reports)
--	---

Teaching team

- Team leaders: Capucine Picard, Rachel Golub - Lectures: professors, researchers, and clinicians specialized in the field.

UM5BM556 Interface immunity

Instructor(s)	Pierre-Emmanuel JOUBERT		pierre-emmanuel.joubert@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	3	In Person		30
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	30				P&M Curie Campus
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English				English (Exam written in English)
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This orientation course is proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This course offers students enrolled in the second year of the master's degree a complementary study in the fields of mucosal immunology, immune interfaces, and antibacterial immunity. The course will provide a global vision of the current basic and clinical research in the field.
Topics covered	- Role of dendritic cells and intestinal macrophages. - NKT cells and innate lymphoid cells in the lungs. - Interface between the immune system and the intestinal microbiome. - Oral tolerance to food proteins. - Role of Ig A and its receptors. - Inflammatory bowel diseases. - Immune responses in the respiratory tract. - Immunity of the fetal-maternal interface. - Genital immune responses and vaccination. - Vaccine strategies for the generation of mucosal immunity.
Prerequisites	Students must have strong knowledge of fundamental immunology. Must have thorough knowledge of physiology, cell biology, and molecular biology in general. Must know how to manage bibliographic resources; must demonstrate an ability to analyze and synthesize scientific articles. Must be able to perform a rational and critical analysis of results. Must have a strong command of French and scientific English (certified level B2).
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	- Understanding of the experimental principles leading to the demonstration and description of normal and pathological immune responses - Understanding of reasoning and concepts related to the topic - Ability to manage bibliographic resources (databases, online scientific journals) and master the scientific literature

.

	- Understanding of the methodology of scientific analysis (writing syntheses, scientific reports)
--	---

Teaching team

- Team leaders: Nadine Cerf-Bensussan and Marie Cherrier - Lectures: professors, researchers, and clinicians specialized in the field.
--

UM5BM557 Transplantation and new therapies

Instructor(s)	Pierre-Emmanuel JOUBERT		pierre-emmanuel.joubert@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	3	In Person		30
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	30				P & M Curie Campus
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English				English (Exam written in English)
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type d’UE	This orientation course is proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This course offers students enrolled in the second year of the master's degree a complementary study in the field of transplantation and new therapies. The course will provide a global vision of the current fundamental and clinical research in the field.
Topics covered	- Molecular and cellular bases of transplantation. - Alloreactive and regulatory repertoires of T lymphocytes. - Clinical challenges in organ transplantation. - HLA & transplantation immunogenetics. - Immunological rejection mechanisms. - Immune reconstitution of hematopoietic stem cell transplants. - Mechanisms of GvH and GvL effects during hematopoietic stem cell transplantation. - Microbiota and transplantation. - Adoptive T cell transfer therapies. - Therapeutic potential of mesenchymal cells. - Biotherapies and innovative molecules in autoimmunity.
Prerequisites	Students must have strong knowledge of fundamental immunology. Must have extensive knowledge of physiology, cellular biology, and molecular biology in general. Must know how to manage bibliographic resources; must demonstrate an ability to analyze and synthesize scientific articles. Must be able to perform a rational and critical analysis of results. Must have a strong command of French and scientific English (certified level B2).
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	- Understanding of the experimental principles leading to the demonstration and description of normal and pathological immune responses - Understanding of reasoning and concepts related to the topic

	- Ability to manage bibliographic resources (databases, online scientific journals) and master the scientific literature - Understanding of the methodology of scientific analysis (writing syntheses, scientific reports)
--	--

Teaching team

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Team leaders: Julien Zuber and Makoto Miyara- Lectures: professors, researchers, and clinicians specialized in the field. |
|--|

UM5BM558 Tumor immunology

Instructor(s)	Sophie Sibérlil		sophie.siberil@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	3	In Person		30
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	30				P & M Curie Campus/Centre de Recherche des Cordeliers
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English				English (Exam written in English)
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This orientation course is proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This course offers students enrolled in the second year of the master's degree a complementary study in the field of tumor immunology. The course will provide a global vision of the current basic and clinical research in the field.
Topics covered	- Biology of tumor progression. - Tumor microenvironment and role of inflammation in cancers. - Migration of T cells in the tumor. - Angiogenesis and immunosuppression. - The role of tertiary lymphoid structures in cancer. - Immunogenic cell death of tumor cells. - Integrative biology of tumors. - Regulatory T cells and cancer. - T helper 17 cells, MDSC, and cancer. - Unconventional lymphocytes. - Monoclonal antibodies in oncology. - Therapeutic strategies (anti-tumor vaccination, adoptive transfer of T cells, targeting of immunosuppressive molecules...).
Prerequisites	Students must have strong knowledge of fundamental immunology. Must have thorough knowledge of physiology, cell biology, and molecular biology in general. Must know how to manage bibliographic resources; must demonstrate an ability to analyze and synthesize scientific articles. Must be able to perform a rational and critical analysis of results. Must have a strong command of French and scientific English (certified level B2).
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	- Understanding of the experimental principles leading to the demonstration and description of anti-tumor immune responses - Understanding of reasoning and concepts related to the topic - Ability to manage bibliographic resources (databases, online scientific journals) and master the scientific literature

.

	- Understanding of the methodology of scientific analysis (writing syntheses, scientific reports)
--	---

Teaching team

- Team leaders: Eric Tartour and Sophie Sibénil. - Lectures: professors, researchers, and clinicians specialized in the field
--

UM5BM559 Antiviral immunity

Instructor(s)	Pierre-Emmanuel JOUBERT		pierre-emmanuel.joubert@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	3	In Person		30
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	30				P & M Curie Campus
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English				English (Exam written in English)
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This orientation course is proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This course offers students enrolled in the second year of the master's degree a complementary study in the field of antiviral immunity. The course will provide a global vision of the current basic and clinical research in the field.
Topics covered	- Innate immunity and viruses (NK cells, interferons). - Emerging viral diseases and vaccines. - Antiviral immune memory. - Anti-CMV immunity. - Immunity and oncogenic viruses. - Acute respiratory virus infections and immunity. - Anti-HIV immunity.
Prerequisites	Students must have strong knowledge of fundamental immunology. Must have thorough knowledge of physiology, cell biology, and molecular biology in general. Must know how to manage bibliographic resources; must demonstrate an ability to analyze and synthesize scientific articles. Must be able to perform a rational and critical analysis of results. Must have a strong command of French and scientific English (certified level B2).
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	- Understanding of the experimental principles leading to the demonstration and description of normal and pathological antiviral immune responses - Understanding of reasoning and concepts related to the topic - Ability to manage bibliographic resources (databases, online scientific journals) and master the scientific literature - Understanding of the methodology of scientific analysis (writing syntheses, scientific reports)

Teaching team

- Team leaders: Brigitte Autran, Guislaine Carcelain, Amélie Guihot
- Lectures: professors, researchers, and clinicians specialized in the field

UM5BM560 Systems immunology

Instructor(s)	Encarnita MARIOTTI-FERRANDIZ		encarnita.mariotti@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	3	In Person		24
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	22	8			Pitié-Salpêtrière
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English	French or English	N/A		English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This orientation course is proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	To become familiar with the statistical, mathematical, and computational modeling approaches commonly used in systems biology. To understand the importance of the upstream phases of experimental data production and the problems of standardization, normalization & integration of data, and database design. To understand how the approaches are implemented, in comparison to classical reductionist approaches, to answer scientific questions related to immunology (e.g. lymphocyte differentiation and activation, immune response during vaccination, immune-oncology...).
Topics covered	• Systems biology. • Mathematical and statistical modeling. • High-throughput data production (the transcriptome, flow cytometry, mass cytometry, the proteome, the metabolome, massive sequencing, ...). • Data integration and databases. • Applications (lymphocyte differentiation, immune repertoire, hematopoiesis, vaccination, oncology, pharmacokinetics, ...).
Prerequisites	Basic theoretical knowledge in fundamental immunology. Notions of biostatistics and bioinformatics Scientific English (B2 certification level).
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	• Principles and applications of systems biology to immunology research • Principles, methods, (statistical, mathematical) and tools (R script, Python, online platforms, databases) for analysis and modeling of high-throughput biological data • Principles and methodology for the experimental implementation of systems biology approaches applied to immunology • Scientific synthesis (oral/written)

Teaching team

- Team leaders: Encarnita Mariotti-Ferrandiz
- Conferences: Adrien Six, Nicolas Tchitchek, professors and researchers in the field.
- Directed Study: Encarnita Mariotti-Ferrandiz, Adrien Six, Nicolas Tchitchek, Stéphanie Graff-Dubois.

UM5BM562 Monoclonal antibodies and therapeutic applications

Instructor(s)	Claire Deligne		claire.deligne@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	3	In Person		30
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	30				P & M Curie Campus/Centre de Recherche des Cordeliers
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English				English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	- This orientation course is proposed as an open course				

Presentation of the course

Objectives	Monoclonal antibodies are now an essential tool in research (cell biology, biochemistry, immunology, ...), human therapeutics, and diagnostics. The aim of this course is to present the different methods of production of monoclonal antibodies directed against a particular target, to understand their different mechanisms of action and discuss the factors that impact their activity, and to better understand their numerous applications and their use in research and human therapeutics.
Topics covered	- Methods of producing monoclonal antibodies and optimization of their activity: • production of monoclonal antibodies by genetic and molecular engineering, • optimization of monoclonal antibody activity: coupling, introduction of bispecificity, reduction of their immunogenicity, ... - Examples of applications: • in research and diagnosis • in a clinical setting (use in human therapeutics, imaging, and medical diagnosis).
Prerequisites	Students enrolled in this course must have a strong background in cell biology, immunology, at the first-year master's level
Skills acquired during the course	- Understanding of the fundamental and experimental bases for the discovery, development, and use of monoclonal antibodies - Understanding of reasoning and concepts related to the topic - Ability to manage bibliographic resources (databases, online scientific journals) and master the scientific literature - Understanding of the methodology of scientific analysis (writing syntheses, scientific reports)

Teaching team

- Team leader: Claire Deligne
- Lectures: professors, researchers, clinicians, and industrialists specialized in immunotherapy.

UM5BM563 New vaccine strategies

Instructor(s)	Bertrand BELLIER bertrand.bellier@sorbonne-universite.fr				
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27 sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr				
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	3	In person		25
Number of Hours (H)	Conferences	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	30				Campus P&M Curie
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English				English
Evaluations					
Type of course					

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This teaching unit provides a broad overview of the new vaccine strategies being developed today, and how they respond to current vaccination challenges. It is organized around lectures by French and international experts in the field of vaccination, from both academia and industry, whose expertise covers the main areas of vaccine development and the main targets (COVID-19, HIV, HCV, tumors, etc.). This course does not cover the composition of the "classic" vaccines used in humans today, nor the associated vaccination schedule.
Topics covered	- Vaccine antigens and their vectorization. - Genetic vaccines. - New routes of vaccine administration. - Tolerogenic vaccines.
Prerequisites	- Students must have a good knowledge of immunology. - In-depth knowledge of cellular and molecular biology in general. - Ability to manage bibliographic resources and to analyze and synthesize scientific articles.
Skills acquired at the end of the course – (concepts, methodology, and tools)	• Knowledge of the cellular and molecular players involved in the mechanisms of induced immunity after vaccination. • Understanding of the rationale behind new vaccine strategies being developed • Understanding of the associated study models. • Analysis of scientific documents

Teaching team

- Coordinator: Bertrand Bellier
- Conferences : experts and speakers from the field

UM5BM564 Molecular, cellular and gene immunotherapy

Instructor(s)	Véronique Mateo		veronique.mateo@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	3	In Person		30 (Including ITSI-FM2B)
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	25			5	P&M Curie Campus
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English		5		English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This orientation course is proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This course offers students additional instruction in biotherapies and more specifically in molecular, cellular, and gene immunotherapies. The course will provide a global vision of the new therapeutic strategies being developed today in the context of immunopathologies.
Topics covered	- The principles and tools of molecular immunotherapies. - The principles and tools of gene therapies. - The principles and tools of cellular therapies. - Examples of clinical applications.
Prerequisites	Students must have strong knowledge of immunology. Must have extensive knowledge of cellular and molecular biology in general. Must know how to manage bibliographic resources, must demonstrate an ability to analyze and synthesize scientific articles. Must be able to perform a rational and critical analysis of results. Must have a mastery of scientific English.
Skills acquired during the course	- Knowledge of current and future therapeutic tools in the field of immunotherapy. - Knowledge of biotherapies applied to immune system disorders. - Students will produce and present a critical analysis of the scientific literature associated with biotherapies (from development to clinical trials) as a synthesis using a poster and associated speech.

Teaching team

- Team leader: Véronique Mateo
- Lectures: professors, researchers, clinicians, and industrialists specialized in immunotherapy.

UM5BM566 Transverse and translational approaches in biotherapies

Responsable(s)	Charles Durand		charles.durand@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	18				Campus Jussieu
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Anglais				Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	This course aims at familiarizing the students to transversal, translational and ethical aspects of biotherapies in a series of seminars.
Thèmes abordés	1) Transversal approaches: how mathematics, physics and informatics can help in the development of biomedical systems and their utility for modeling in biology, physics or imaging. how current biomedical knowledge can be implemented into models and simulations. 2) Translational approaches to biotherapies: Gene therapy clinical applications Gene transfer strategies based on viral and non-viral vectors The different tools used for genome editing to modify or repair gene mutations Stem cell differentiation protocols for obtaining future therapeutic application Tissue engineering approaches for regenerative medicine Immunotherapy anti-cancer strategies Animal models used in the preclinical development steps 3) Ethical issues related to gene and cell therapies translational research
Prérequis	Pas de prérequis
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts/ méthodologie/ outils)	

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Charles Durand, Véronique Matéo, Anthi Karaïskou, Clémence Carron-Homo.

UM5BM567 Les métiers des bio-industries, innovation et entrepreneuriat

Responsable(s)	Pierre-Emmanuel JOUBERT Claire DELIGNE		pierre-emmanuel.joubert@sorbonne-universite.fr claire.deligne@inserm.fr		
Gestionnaire(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel/Distanciel		20
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	40	20			Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français	Français			Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	Peut être choisie en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

UE NON PROPOSÉE EN 2025/2026

Objectifs	Une formation transversale orientée vers l'entreprise, l'innovation et l'entrepreneuriat. Faire découvrir le monde de l'entreprise et les différents corps de métier associés au secteur privé (les métiers de la recherche et du développement, de l'innovation, l'expertise scientifique ou la veille technologique, la gestion de projets ou de programme, l'audit, le conseil, la valorisation des activités...). Apprendre la méthodologie et les outils permettant d'entreprendre avec peu de risque et un risque financier faible. Cet enseignement combine des méthodes innovantes, basées sur les méthodes procédurales (à opposer aux méthodes causales classiques) et des outils d'analyse plus classiques mais mal maîtrisés par les étudiants. La valeur financière d'un projet doit également savoir être calculée en particulier dans le secteur des biotechnologies dans lequel l'incertitude est forte.
Thèmes abordés	Les métiers des bio-industries et les nouveaux modèles d'entrepreneuriat.
Prérequis	Une formation scientifique solide de type M1
Compétences acquises à l'issue de l'UE (Concepts, méthodologie et outils)	• La connaissance de l'entreprise, les stratégies d'innovation, la valorisation de la recherche et la protection de l'innovation, • La gestion de projet et le management de projet, • La communication scientifique • Le développement des médicaments et des produits de santé : essai précliniques, recherche clinique et pharmacovigilance, • La qualité : assurance qualité et contrôle qualité.... • Valorisation de la recherche (brevet, licence, contrat de collaboration, etc.) en partenariat avec les entreprises

.

	• Travail en groupe en mode projet type “open innovation” : Les étudiants seront coachés par un professionnel de leur choix et travailleront très concrètement sur de réelles problématiques auxquelles ils sont confrontés dans leurs entreprises.
--	---

Equipe pédagogique

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Animateurs de l'équipe : Joubert Pierre-Emmanuel, Stéphanie Graff-Dubois et Philippe Massol.- Cours Magistraux et projet “open innovation” : experts du domaine dans le secteur privé. |
|---|

UM5BM569 Conférences en allergie

Responsable(s)	Bertrand BELLIER	bertrand.bellier@sorbonne-universite.fr			
Gestionnaire(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27	sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr			
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	3	In Person		50
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	30				P&M Curie Campus
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français				Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type of course	UE d'orientation proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Ce cours vise à renforcer les connaissances des étudiants sur les concepts et les mécanismes physiopathologiques des allergies et autres hypersensibilités. Le cours est ouvert aux étudiants en master scientifique, médical, pharmaceutique et dentaire ayant une solide formation en immunologie.
Thèmes abordés	- Rappels généraux sur les allergies et l'hypersensibilité ; mécanismes immunologiques cellulaires et moléculaires ; granulocytes et éosinophiles. - Allergènes naturels et recombinants - Méthodes d'exploration et modèles animaux - Pathologies : asthme, dermatite atopique, anaphylaxie, allergies médicamenteuses - Approches thérapeutiques : désensibilisation, immunosuppresseurs, immunothérapies
Prérequis	- Connaissances de base en immunologie fondamentale acquises au cours de la licence et de la première année de master. - Ces connaissances doivent couvrir les sujets suivants : physiologie du système immunitaire (cellules et organes du système immunitaire, circulation des lymphocytes) ; immunité innée ; lymphocytes B et immunoglobulines ; lymphocytes T (structure du TCR, lymphocytes T auxiliaires et cytotoxiques) ; complexe majeur d'histocompatibilité et mécanismes de présentation de l'antigène.
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	Connaissance des acteurs cellulaires et moléculaires associés aux réponses d'hypersensibilité Compréhension des mécanismes associés aux troubles immunitaires Compréhension des principes de modulation de l'activité du système immunitaire Compréhension des modèles de recherche associés Analyse de documents scientifiques

Equipe pédagogique

- Coordinateur: Bertrand Bellier.
- Cours et conférences: chercheurs et enseignants-chercheurs de Sorbonne Université et conférencier·e·s extérieur·e·s.

UM5BM571 Immunological Biotherapies: Concepts and development (IBCD)

Instructor(s)	Véronique MATEO		veronique.mateo@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	2	3	Online		20
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	20				Pitié-Salpêtrière
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English				English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This orientation course is proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	International Conferences (Paris – New York – Sao Paulo) on the Principles and Development of Immunotherapies, participated in by videoconference.
Topics covered	With unprecedented technological advances and improvement of our knowledge in the pathophysiology of diseases, immunological biotherapies - such as immunotherapy, new vaccine strategies, and cell and gene therapies - now represent innovative therapeutic strategies. These new treatments, on their own or combined with conventional therapeutics, revolutionize the field of applications in medicine with the development of therapeutic approaches that are more effective or personalized for patients. This is why many pharmaceutical industries are investing heavily in the research and development of biotherapies to propose new therapeutic products. It is therefore necessary to provide a high level of training provided by the best specialists in the field. This course will bring participants extensive knowledge on these new therapeutic tools, from their conception to their development and clinical trials, which will allow participants to understand the challenges and problems of the new medical approaches, as well as promote their professional integration.
Prerequisites	None, but thorough knowledge of fundamental immunology is strongly recommended.
Skills acquired during the course	Insight into the latest international research and developments in the field of immunotherapies in the treatments of cancer, inflammatory diseases, autoimmunity, and infectious diseases.

Teaching team

- Team leaders: Véronique Mateo
- Lectures: International Researchers and Clinicians (Alain Fischer, Sébastien Amigorena, Myriam Merad, Michel Sadelain, Marc Feldman, Camille Loch, Laurence Zitvogel....)
<http://www.is-ibcd.upmc.fr/en/program.html>

UM5BM572 Advanced cytometry workshop

Instructor(s)	Nicolas TCHITCHEK	nicolas.tchitchek@sorbonne-universite.fr			
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27	sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr			
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	3	In Person		30
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	4	10	20	0	P&M Curie Campus
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	French/English	French/English	French/English		French/English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	Workshop proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	• Mastery of Flow Cytometry and Mass Cytometry Techniques: Gain proficiency in using advanced cytometry methods. • Processing Large-Scale Cytometric Data: Learn to handle and preprocess extensive datasets. • Analysis of Large-Scale Cytometric Data: Develop skills to analyze and interpret complex data. • Preparation, Organization, and Presentation of Scientific Projects: Acquire the ability to effectively present scientific findings.
Topics covered	• Cytometry Techniques and Applications: Understand various cytometry methods and their practical uses. • Designing Experiments Using Cytometry: Learn to plan and execute experiments involving cytometry. • Analytical Strategies for Complex Cytometric Data: Explore methodologies for analyzing sophisticated datasets. • Bioinformatics and Analysis Script Development: Gain insights into bioinformatics tools and scripting (R/Python) for data analysis. • Project Organization and Data Dissemination: Master the skills required for organizing projects and sharing results. • Importance of Immunology Understanding: Emphasize the critical role of immunology in interpreting cellular interactions and responses accurately.
Prerequisites	• Basic Knowledge of Immunology and Cell Biology: understanding and interest of these subjects is essential. • Familiarity with Cytometry: Prior exposure to cytometry techniques is desirable but not mandatory. • Basic Programming Skills: Knowledge of R and/or Python is desirable but not mandatory.

	• Teamwork and Organizational Skills: Ability to work collaboratively and manage projects efficiently.
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	• Designing Scientific Experiments: Learn to conceptualize and execute experiments using cytometry. • Data Collection and Analysis: Gain expertise in gathering and interpreting complex cytometric data. • Script Development in R/Python: Develop and utilize scripts for data analysis. • Interpreting and Communicating Results: Enhance your ability to explain immunological findings clearly. • Project Management in Systems Immunology: Acquire skills to manage and organize scientific projects effectively.

Teaching team

Instructor: Nicolas Tchitchek

UM5BM575 Immunomonitoring workshop

Instructor(s)	Nicolas TCHITCHEK		nicolas.tchitchek@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	3	In Person		30
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	10	25	0	0	P & M Curie Campus
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	French/English	French/English	French/English		French/English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	Workshop proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	• Learn the Stages of Immune Response: Understand the establishment and maintenance of immune responses, and the experimental approaches used to monitor these stages. • Compare Immune Monitoring Techniques: Comprehend and contrast various techniques and technologies used in immune monitoring for research and diagnosis. • Propose Technique Applications: Develop proposals for applying discussed techniques in a bibliographic project conducted in groups.
Topics covered	• Techniques for Monitoring Immune Response: Study methods used for tracking immune responses in both research and diagnostic settings. • Techniques for Phenotyping and Functional Analysis: Explore methods for analyzing cellular functions such as cytokine production, proliferation, apoptosis, cytotoxicity, and repertoire analysis. • Principles of Key Techniques: Understand the foundations of techniques like flow cytometry (including panel constitution), imaging, immunoscopes, ELISPOT, tetramers, and high-throughput technologies. • Importance of Immunology Understanding: Emphasize the critical role of immunology in accurately interpreting and applying immune monitoring techniques.
Prerequisites	• Extensive Knowledge of Immunology: A deep understanding of immunological principles is essential. • Teamwork and Organizational Skills: Ability to effectively organize work and collaborate in a team setting.

Skills acquired during the course	• Experimental Basis of Immune Monitoring: Learn the foundational experiments for monitoring immune responses. • Designing Experimental Research Plans: Develop and establish methodologies in response to scientific questions. • Group Work: Enhance abilities to work collaboratively in group projects. • Methodology Justification: Gain skills to justify the choice of specific methodologies. • Understanding Concepts and Reasoning: Deepen understanding of reasoning and concepts related to immune monitoring. • Managing Bibliographic Resources: Master the use of databases, online scientific journals, and scientific literature management. • Scientific Analysis Methodology: Learn to write syntheses, scientific reports, and deliver oral presentations. • Presenting and Defending a Research Project: Learn how to effectively present and defend a scientific research proposal in the context of a PhD competition or similar academic setting.
---	--

Teaching team

Instructor: Nicolas Tchitchek

UM5BM578 Data analysis in immunology workshop

Instructor(s)	Nicolas TCHITCHEK, Adrien SIX		nicolas.tchitchek@sorbonne-universite.fr adrien.six@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	3	In Person		30
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	4	10	20	0	P&M Curie Campus
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	French/English	French/English	French/English		French/English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This workshop is proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	• Training in Programming Software: Equip students with skills in using software like R for analyzing complex immunological data (e.g., -omics data). • Extracting Key Information: Teach students how to extract critical information from complex datasets. • Integrating Analytical Approaches: Learn to synthesize different analytical approaches to address specific immunological questions coherently.
Topics covered	• Analysis of Clinical Data in Immunology: Study methods for analyzing clinical data, including transcriptomics, adaptive immune repertoire, microbiome, and proteomics. • Data Analysis and Modeling Software: Gain proficiency in using software tools for data analysis and modeling. • Biostatistics and Bioinformatics: Apply biostatistical and bioinformatics methods to immunological data analysis. • Meta-Analysis and Database Utilization: Learn to conduct meta-analyses and use existing databases to construct relationship networks. • Modeling of Results: Understand the principles of modeling results to derive meaningful insights. • Importance of Immunology Understanding: Emphasize the critical role of a thorough understanding of immunology in accurately analyzing and interpreting complex data.
Prerequisites	• Thorough Knowledge of Immunology: Essential understanding of immunological concepts and principles. • Basic Techniques in Cellular and Molecular Immunology: Familiarity with fundamental techniques in these areas. • Teamwork and Organizational Skills: Ability to organize work and collaborate effectively in a team. • Basic Programming Skills: Knowledge of R and/or Python is desirable.

Skills acquired during the course	• Answering Immunological Questions with Data: Develop the ability to address immunological questions through the analysis of immunological data from high-throughput technologies. • Developing Bioinformatics Approaches and Programming Skills: Learn to design and implement computational methods tailored to immunological data analysis, with a focus on transcriptomic data • Choosing and Implementing Analysis Strategies: Gain skills in selecting and applying appropriate data analysis strategies. • Visualizing and Interpreting Results: Learn to visualize data effectively and interpret the results accurately. • Selecting Appropriate Datasets: Acquire the ability to choose relevant datasets for specific immunological inquiries.
---	---

Teaching team

Instructors: Nicolas Tchitchek and Adrien Six

UM5BM580 Neuroimmunology

Instructor(s)	Mélanie Morin-Brureau	melanie.morin-brureau@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27	sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online	Maximum size
	S3	3	80% in person/20% Online	20
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Conferences	Site
	30			Campus Pierre et Marie Curie/Saint Antoine
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work	Course materials
French/English	English			French and English (Exam written in English)
Evaluations	Consult the document "Dates and rubrics" and/or the course instructor			
Types of course	This orientation course is proposed as an open course			

Pedagogical presentation of the course

Objectives	This course offers to students enrolled in the second year of the master's degree a study in the field of neuroimmunity, brain barriers and interface periphery/brain. The course will provide a global vision of the current basic and clinical research in the field.
Topics covered	- Brain Barrier - Role and Regulation of Glial cells in neuroinflammation (microglia et astrocytes) - Sepsis and cognitive deficit - Peripheral macrophages in amyotrophic lateral sclerosis - Immunotherapy in neurodegenerative disease - Neuroinflammatory processes in autism, epilepsy - Lymphatic system and neuroimmune response
Prerequisites	Must have thorough knowledge of neurosciences and fundamental immunology Must know how to manage bibliographic resources; must demonstrate an ability to analyze and synthesize scientific articles. Must be able to perform a rational and critical analysis of results. Must have a strong command of French and scientific English (certified level B2).
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	- Understanding of the experimental principles leading to the demonstration and description of normal and pathological neuro-immune responses - Understanding of reasoning and concepts related to the topic - Ability to manage bibliographic resources (databases, online scientific journals) and master the scientific literature - Understanding of the methodology of scientific analysis (writing syntheses, scientific reports)

Teaching team

- Team leaders: Mélanie Morin-Brureau & Bertrand Bellier
- Instructors: professors, researchers, and clinicians specialized in the field.

UM5BM611 Caractérisation, rôle et valorisation des molécules microbiennes

Responsable(s)	Séverine ZIRAH Soizic PRADO		severine.zirah@mnhn.fr soizic.prado@mnhn.fr	
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr	
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel	Effectif maximal
	S3	6	Présentiel	20 dont 10 SU
Volume horaire (H)	Cours / Conférences	TD	Travail personnel	Site
	42	14	4	MNHN
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP	Supports de cours
	Français/Anglais	Français		Français
Evaluations	Examen écrit (70%) et présentation orale d'article par binôme (30%)			
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture			

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cette unité d'enseignement est consacrée aux substances naturelles et en particulier aux molécules microbiennes, à leurs rôles dans les écosystèmes ainsi qu'aux méthodes d'analyse structurale de ces molécules et de leurs applications environnementales et/ou thérapeutiques.
Thèmes abordés	- Molécules microbiennes et applications environnementales. - Méthodes d'isolement et de caractérisation structurale des médiateurs chimiques. - Substances naturelles, découverte et applications thérapeutiques. - Ecologie chimique, communication et compétitions microbiennes. - Valorisation de molécules microbiennes : biopesticides, conservation alimentaire, bioingénierie métabolique, bioremédiation, biomatériaux.
Prérequis	Cet enseignement s'adresse aux étudiants issus de M1 de biochimie, biologie moléculaire, biologie cellulaire, génétique, chimie, chimie physique ou biologique, aux médecins, pharmaciens et vétérinaires, ingénieurs des grandes écoles spécialisées dans les domaines des sciences de la vie et de la chimie.
Compétences acquises à l'issue de l'UE	Molécules microbiennes : diversité et applications. Méthodes d'isolement et de caractérisation structurale de produits naturels. Ecologie chimique, communication et compétitions microbiennes. Valorisation des molécules microbiennes : antimicrobiens, biopesticides, conservation alimentaire, bioremédiation, biomatériaux.

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Séverine Zirah et Soizic Prado.
- Cours magistraux/Conférences : Kevin Calabro, Cécile Bernard, Cédric Bertrand, Bruno Dassy, Daniel Gillet, Adrienne Kish, Yanyan Li, Pascal Jean Lopez, Alain Paris, Marie-France Pilet, Soizic Prado, Sylvie Rebuffat, Séverine Zirah
- TD : Yanyan Li, Soizic Prado et Séverine Zirah

UM5BM612 Aspects généraux de l'évaluation de la sécurité

Responsable(s)	Brigitte GRIMALDI		brigitte.grimaldi@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		20
Volume horaire (H)	Cours / conférences	TD	TP	Visites	Site
	54			8	Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français				Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Acquérir des notions de toxicologie générale. Connaître les principaux paramètres toxicologiques (DL50, NOAEL, DSE, DJA, ...). Appréhender les différentes méthodes d'étude des activités toxiques des xénobiotiques. Découvrir les aspects réglementaires et normatifs dans le domaine de la toxicologie.
Thèmes abordés	Evaluation des risques des produits biocides pour la santé humaine Evaluation de la sécurité du consommateur vis à vis des produits phytopharmaceutiques Evaluation des effets sur l'environnement des xénobiotiques Evaluation de la sécurité des dispositifs médicaux Evaluation de la sécurité des produits cosmétiques Evaluation de la sécurité des produits chimiques - Réglementation substances chimiques REACH et CLP Evaluation toxicologique des dossiers REACH – Elaboration de DNEL/DMEL La norme spécifique à l'expertise NF X 50-110 et son application dans une agence sanitaire telle que l'ANSES Evaluation de la tolérance locale et de la sensibilisation Evaluation de la sécurité des produits sanguins labiles Les différentes facettes de l'addictovigilance L'organisation française de la pharmacovigilance L'organisation française de la toxicovigilance
Prérequis	aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE	Compétences acquises en évaluations des risques Compétences acquises sur les aspects réglementaires et normatifs dans le domaine de la toxicologie

Equipe pédagogique

- Animateur de l'équipe : Brigitte Grimaldi.
- Cours Magistraux : B.Grimaldi, T.Peyrard, S.Pirnay, J.Lori, S.Loisel, E.Collin, C.Cudraz, E.Pasquier, I.Manière, A.Batiste, S.Ginisty, D.Vodovar, S.Kerdine-Romer.

UM5BM613 Connaissance de l'entreprise, gestion comptabilité (2)

Responsable(s)	Philippe TAUZIN		ptauzin@cfa-sciences.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	3	Présentiel		18
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	14	14			Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français	Français			Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Suite logique des enseignements dispensée en M1, ce module permet de prendre conscience des impératifs financiers de l'entreprise. L'UE prépare les étudiants à l'élaboration du volet financier lié à leur projet de création d'entreprise. En partant des ventes prévisionnelles générées par leur projet d'entreprise, les étudiants seront amenés à monter un état prévisionnel des flux financiers (budget de trésorerie) ainsi qu'élaborer les outils de synthèse budgétaire (compte de résultat prévisionnel, bilan prévisionnel et plan de financement). Cela leur permettra de mettre en évidence la cohérence budgétaire du dit projet (structure financière, trésorerie et formation du résultat).
Thèmes abordés	Prévision des ventes, élaboration du compte de résultat, tableau de financement, modalités de remboursement des emprunts, Prévisions de trésorerie, recherche d'investisseurs.
Prérequis	Avoir suivi et validé les enseignements d'initiation à la finance d'entreprise en M1
Compétences acquises à l'issue de l'UE	A l'issue de la formation l'étudiant est à même de dialoguer avec la direction financière d'une entreprise en vue de défendre un projet d'investissement dépendant de son périmètre. L'étudiant est également en mesure d'élaborer les tableaux financiers d'un business-plan.

Equipe pédagogique

Philippe Tauzin, Jean-Noël Juniel

UM5BM614 Composante hygiénique de la qualité des aliments et maîtrise des risques

Responsable(s)	Chloé Bohuon Sylvie Collin		chloe.bohuon@sorbonne-universite.fr sylvie.collin@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		24
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	60				Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français				Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	L'objectif de cette unité d'enseignement, animé pour l'essentiel par des formateurs issus des agences de surveillance ou des entreprises, est de présenter les micro-organismes ou les groupes de micro-organismes pathogènes les plus fréquemment rencontrés dans les différentes branches du secteur agro-alimentaires (production/distribution). Les enseignements permettent de former les étudiants aux principes de l'analyse microbiologique et à l'application des normes en vigueur. Ils permettent également de souligner l'importance de la démarche qualité et des procédures de gestion des risques en entreprise. Il souligne notamment le rôle des agences de surveillance.
Thèmes abordés	Cette unité d'enseignement s'appuie fortement sur des cours magistraux dispensés par des universitaires et de nombreuses personnels de l'ANSES : • les caractéristiques générales des pathogènes impliqués (bactéries, parasites, virus) et de leur circulation via les eaux ou les aliments^[1]_[SEP] • les secteurs industriels touchés, • les pathologies associées, • les moyens d'analyse et de gestion des risques.
Prérequis	aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE	

Equipe pédagogique

Animateur de l'équipe : Chloé Bohuon Sylvie Collin
Cours Magistraux : intervenants universitaires, INRA, IFREMER

UM5BM616 Qualité du milieu : microbiologie environnementale

Responsable(s)	Julia BAUDART-LENFANT		baudart@obs-banuyls.fr julia.baudart-lenfant@upmc.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		20
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	20	10	30		Observatoire Océanologique de Banyuls sur Mer
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français	Français	Français		Français/Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cet enseignement vise à acquérir des connaissances sur les questions et problèmes relatifs à la qualité des environnements aquatiques. Les étudiants recevront des enseignements fondamentaux sur la nature, l'origine et le devenir, de polluants d'origine anthropique, de microorganismes pathogènes, sur les pathologies associées et leur impact sur la santé et les activités socio-économiques. Ils doivent leur permettre de proposer et, le cas échéant, de mettre en place des solutions adaptées dans le cadre de la surveillance des pollutions liées à l'activité humaine (polluants et rejets issus des différents secteurs domestiques et industriels, impact sur la qualité microbiologique de l'eau et à l'analyse de systèmes microbiens complexes). Sur la base de la réglementation européenne en vigueur, les étudiants seront amenés à réaliser des analyses sanitaires sur différents sites du littoral et à interpréter les résultats.
Thèmes abordés	- Taxonomie des procaryotes. - Méthodes d'étude moléculaire de la diversité bactérienne. - Eutrophisation en milieux côtiers et lagunaires. - Les pollutions urbaines et industrielles : techniques d'épuration et traitement des déchets. - Rôle des microorganismes dans la dépollution des eaux. - Réglementation sur la qualité des eaux de baignade et des produits de la mer. - Les méthodes permettant : • les détections des microorganismes d'intérêt sanitaire, • l'évaluation de la diversité bactérienne, • les études phylogénétiques. - Survie des bactéries pathogènes et des ICF et états viables mais non cultivables. - Pollutions environnementales et impact sur les microorganismes
Prérequis	Connaissances générales en microbiologie

Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	• Connaissance de la dynamique des sources de contamination et du devenir des polluants et de leurs impacts sur la santé humaine et celle des écosystèmes aquatiques • Principe des méthodes d'analyse et des échantillonnages de terrain • Appropriation des méthodes d'analyses bactériologiques réglementaires • Appropriation des méthodes d'analyses bactériologiques alternatives pour une aide à la mise en place d'un autocontrôle pour l'évaluation de la qualité bactériologique
---	--

Equipe pédagogique

- Animateur de l'équipe : Julia Baudart-Lenfant.
- Cours Magistraux : Julia Baudart-Lenfant, Fabien Joux, François Lantoine, Raphaël Lami et Sophie Sanchez.
- TP : Julia Baudart-Lenfant, Fabien Joux, Raphaël Lami et Sophie Sanchez.

UM5BM617 Projet de création d'entreprise (challenge écoles entrepreneurs)

Responsable(s)	Philippe TAUZIN		ptauzin@cfa-sciences.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	9	Présentiel		40
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
		30		60	Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais		Français			Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cette unité d'enseignement permet de sensibiliser les apprentis à la création d'entreprise. Elle est organisée comme un jeu de rôle qui place les étudiants en situation de créateur d'entreprise. Animée sous la forme d'un tutorat tout au long de la seconde année de master, cette unité d'enseignement permet aux apprentis de mettre en œuvre un vrai projet de création d'entreprise (évaluation des besoins, choix du concept, analyse de marché, démarches de création d'entreprise, de gestion, vente du produit et les actions commerciales, ...). Elle permet la mise en application des connaissances théoriques acquises à l'université, en interface avec les problématiques générales de l'entreprise telles que l'étudiant peut les percevoir, en partie au moins, au cours de sa mission d'apprenti. Cette unité d'enseignement comprend aussi des cours de marketing et se fait en étroite collaboration avec l'unité d'enseignement "Gestion comptable et financière".
Thèmes abordés	
Prérequis	aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	

Equipe pédagogique

Animateur de l'équipe et TD : Philippe Tauzin.

UM5BM618 Biodiversité et écologie fonctionnelle des microorganismes

Responsable(s)	Julie LELOUP Isabelle FLORENT		julie.leloup.1@sorbonne-universite.fr isabelle.florent@mnhn.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		18 dont 9 SU
Volume horaire (H)	Cours	TD / TP		Travail personnel	Site
	48	12			Campus P&M Curie et MNHN
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français	Français	Français		Français/anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE d'orientation (obligatoire pour la thématique MES) UE d'ouverture possible Candidature auprès de J. Leloup et I. Florent. Nombre de places limité				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Ce module a pour objectifs de présenter une vision globale des microorganismes sur les plans taxinomique, structural et écologique : archées, bactéries, cyanobactéries et grands phyla eucaryotes (e.g. protistes, champignons). Les cours porteront sur la diversité moléculaire et fonctionnelle de ces microorganismes ainsi que sur leurs rôles dans le fonctionnement des écosystèmes et les cycles biogéochimiques à différentes échelles. Au cours des TD, les premiers outils de bio-informatique appliqués à la diversité microbienne seront appréhendés.
Thèmes abordés	• Vision globale de la diversité des microorganismes, notions de taxonomie. • Répartition des microorganismes dans les écosystèmes, • Interactions biotiques et abiotiques avec les organismes eucaryotes
Prérequis	Biologie des organismes, grands domaines du vivant, biologie cellulaire, procaryotes, eucaryotes, notions d'écosystèmes.
Compétences acquises à l'issue de l'UE	• Compréhension du fonctionnement d'un écosystème • Rôle et fonctions des microorganismes • Analyse de la diversité microbienne • Analyse scientifique d'articles

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Isabelle Florent et Julie Leloup.
- Cours Magistraux : Delphine Depoix, Florent Martos, Sébastien Duperron, Isabelle Florent, Adrienne Kish, Dominique Lamy, Julie Leloup, Soizic Prado, Sébastien Halary, Isabelle Domart-Coulon, Linda Duval, Lucie Bittner,
- TD / TP : Sébastien Duperron, Delphine Depoix, Isabelle Florent, Linda Duval, Charlotte Duval, Sébastien Halary, Florent Martos

UM5BM619 Ecotoxicologie

Responsable(s)	Katia COMTE Sébastien DUPERRON Cécile BERNARD		kcomte@mnhn.fr sebastien.duperron@mnhn.fr cecile.bernard@mnhn.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		45 max dont 23 SU
Volume horaire (H)	Conférences	TD	TP	Autre	Site
	25	10			MNHN
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français	Français			Français
Evaluations	Épreuve écrite (questions de cours ou analyse d'article) et projet de médiation autour d'un thème d'écotoxicologie et/ou consulter les responsables (kcomte@mnhn.fr ou sebastien.duperron@mnhn.fr)				
Type d'UE	UE d'orientation proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	L'UE DIVTOX présente la diversité des toxiques ayant des effets sur la santé des écosystèmes et sur la santé humaine. Les toxiques comprennent les toxines naturelles (produites par les organismes procaryotes et eucaryotes) et les contaminants liés aux activités humaines. Au-delà de la description de la diversité de ces toxiques, un enseignement sur les modifications structurales, les transformations dans un contexte environnemental et les conséquences sur les effets toxiques sera abordé.
Thèmes abordés	- Diversité et mode d'action des toxines et des venins. - Contaminants d'origine anthropique et modes d'action. - Effets des contaminants et toxines aux niveaux cellulaire, organisme et écosystème. - Evaluation des risques et modèles de surveillance.
Prérequis	aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	- Notions de toxicologie et d'écotoxicologie - Diversité des toxines et toxiques dans l'environnement - Evaluation de leurs impacts "multi-échelle"

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Katia Comte, Cécile Bernard & Sébastien Duperron
- Cours Magistraux : Katia Comte, Cécile Bernard, Christine Rollard....
- TD : Laurent Coen & Jean-Baptiste Fini

UM5BM630 Bio. Cell & Mol. des parasites & de la cellule hôte

Responsable(s)	Valérie SOULARD Christophe HENNEQUIN		valerie.soulard@sorbonne-universite.fr christophe.hennequin@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		15
Volume horaire (H)	Cours	TD /	TP	travail personnel	Site
	60				Campus Pitié
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français / Anglais				Français / Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cette unité d'enseignement s'adresse aux étudiants de formation scientifique ou médicale qui souhaitent prendre en charge la lutte contre les maladies parasitaires, qu'elles soient humaines ou animales. Cette formation passe par un approfondissement, au niveau cellulaire et moléculaire, de la biologie des parasites et des interactions hôte-parasite. Les interactions des parasites et de leurs hôtes avec l'environnement seront également développées. Ce savoir est la base indispensable aux parasitologues, qu'ils soient fondamentalistes ou plus impliqués dans une démarche clinique, diagnostique, thérapeutique ou encore dans des actions de valorisation. Il leur permettra également de mieux appréhender la physiopathologie des maladies parasitaires et d'aborder sur une base rationnelle les stratégies vaccinales et thérapeutiques.
Thèmes abordés	-Techniques expérimentales et leurs applications en parasitologie (transcriptomique, protéomique, cytométrie en flux, microscopie et imagerie, expérimentation animale, transgénèse, analyse bioinformatique...) - Interactions hôte-parasite, mécanismes de pathogénicité, facteurs de virulence - Expression génique, molécules de surface, mécanismes de transport - Evolution, phylogénie, relations génotypes/phénotypes, diversité : application aux parasites -Mécanismes d'action des agents antiparasitaires, mécanismes de résistance
Prérequis	Bonnes connaissances en biologie moléculaire (niveau 2^{ème} cycle) et en biologie cellulaire (compartimentation de la cellule eucaryote, les microbes unicellulaires dans leurs généralités, ...) Un pré-requis en parasitologie est souhaité mais n'est pas indispensable.

Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	● Acquisition des bases expérimentales ayant permis la mise en évidence et la description des mécanismes d'invasion, du développement, de la virulence et de la pathogénicité des parasites ainsi que des interactions hôte-pathogène ● Acquisition des raisonnements et concepts en lien avec la parasitologie moderne ● Acquisition des méthodes et concepts en lien avec le développement des traitements médicamenteux antiparasitaires
---	---

Equipe pédagogique

- **Animatrice de l'équipe** : Dr Valérie Soulard (Sorbonne Université, CIMI U1135).

- **Equipe pédagogique**: Dr Valérie Soulard (Sorbonne Université, CIMI U1135), Pr Christophe Hennequin (Sorbonne Université, CRSA), Dr Laetitia Vincensini (Sorbonne Université, CIMI U1135), Dr Olivier Silvie (INSERM, CIMI U1135), Dr Sylviane Pied (Institut Pasteur de Lille), Dr Arnaud Fekkar (Sorbonne Université, Service de Parasitologie-Myologie, La Pitié-Salpêtrière), Dr Najma Rachidi (Institut Pasteur de Paris), Dr Elisabeth Labruyère (Institut Pasteur de Paris), Dr Véronica Risco Castillo (Ecole Vétérinaire Maison Alfort, DYNAMIC), Dr Sandrine COJEAN (BIOmolécules : Conception, Isolement et Synthèse, Paris-Saclay), Dr Anaïs Merckx (Université de Paris, IRD MERIT), Dr Jérôme Clain (Université de Paris, IRD MERIT)

- **Cours Magistraux / Séminaires** : Interventions de chercheurs, enseignants-chercheurs, médecins et scientifiques de Sorbonne Université (CRSA, CIMI-PARIS, etc ...), des Instituts Pasteur de Paris et de Lille, de l'Ecole Vétérinaire de Maison Alfort, du Muséum d'Histoire Naturelle, de laboratoires de recherche INSERM, CNRS etc...et de laboratoires étrangers (Europe et hors-Europe).

UM5BM631 Bio. Cell & Mol. des Champignons & de la cellule hôte

Responsable(s)	Christophe HENNEQUIN Valérie SOULARD		christophe.hennequin@sorbonne-universite.fr valerie.soulard@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		15
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP		Site
	60				Campus Pitié
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
	Français/ Anglais				Français / Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cette unité d'enseignement s'adresse aux étudiants de formation scientifique ou médicale qui souhaitent prendre en charge la lutte contre les maladies fongiques, qu'elles soient humaines ou animales. Cette formation passe par un approfondissement, au niveau cellulaire et moléculaire, de la biologie des agents fongiques et des interactions hôte-champignon. Les interactions des agents fongiques et de leurs hôtes avec l'environnement seront également développées. Ce savoir est la base indispensable aux mycologues, qu'ils soient fondamentalistes ou plus impliqués dans une démarche clinique, diagnostique, thérapeutique ou encore dans des actions de valorisation. Il leur permettra également de mieux appréhender la physiopathologie des maladies fongiques et d'aborder sur une base rationnelle les stratégies thérapeutiques.
Thèmes abordés	- Interactions hôte-agent fongique, mécanismes de pathogénicité, facteurs de virulence - Expression génique, molécules de surface, mécanismes de transport - Evolution, phylogénie, relations génotypes/phénotypes, diversité : application aux agents fongiques - Mécanismes d'action des agents antifongiques, mécanismes de résistance - Techniques expérimentales et leurs applications en mycologie (transcriptomique, protéomique, cytométrie en flux, microscopie et imagerie, expérimentation animale, transgénèse, analyse bioinformatique...)
Prérequis	Bonnes connaissances en biologie moléculaire (niveau 2^{ème} cycle) et en biologie cellulaire (compartimentation de la cellule eucaryote, les microbes unicellulaires dans leurs généralités, ...) Un prérequis en mycologie est souhaité mais n'est pas indispensable.

Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	● Acquisition des bases expérimentales ayant permis la mise en évidence et la description des mécanismes d'invasion, du développement, de la virulence et de la pathogénicité des agents fongiques ainsi que des interactions hôte-pathogène ● Acquisition des raisonnements et concepts en lien avec la mycologie moderne ● Acquisition des méthodes et concepts en lien avec le développement des traitements médicamenteux antifongiques
---	---

Equipe pédagogique

- **Animateurs de l'équipe** : Pr Christophe Hennequin (Sorbonne Université, CRSA), Pr Arnaud Fekkar (Sorbonne Université, Service de Parasitologie-Mycologie, La Pitié-Salpêtrière)

- **Equipe pédagogique**: Pr Christophe Hennequin (Sorbonne Université, CRSA), Dr Valérie Soulard (Sorbonne Université, CIMI U1135), Pr Arnaud Fekkar (Sorbonne Université, Service de Parasitologie-Mycologie, La Pitié-Salpêtrière), Dr Laetitia Vincensini (Sorbonne Université, CIMI U1135), Dr Olivier Silvie (INSERM, CIMI U1135), Dr Sylviane Pied (Institut Pasteur de Lille), Dr Najma Rachidi (Institut Pasteur de Paris), Dr Elisabeth Labruyère (Institut Pasteur de Paris), Dr Véronica Risco Castillo (Ecole Vétérinaire Maison Alfort, DYNAMIC), Dr Sandrine COJEAN (BIOMolécules : Conception, Isolement et Synthèse, Paris-Saclay), Dr Anaïs Merckx (Université de Paris, IRD MERIT), Dr Jérôme Clain (Université de Paris, IRD MERIT)

- **Cours Magistraux / Séminaires** : Interventions de chercheurs, enseignants-chercheurs, médecins et scientifiques de Sorbonne Université (CRSA, CIMI-PARIS, etc ...), des Instituts Pasteur de Paris et de Lille, de l'Ecole Vétérinaire de Maison Alfort, du Muséum d'Histoire Naturelle, de laboratoires de recherche INSERM, CNRS etc...et de laboratoires étrangers (Europe et hors-Europe).

UM5BM632 Atelier pratique de Biologie des Eucaryotes pathogènes

Responsable(s)	Valérie SOULARD Najma RACHIDI		valerie.soulard@sorbonne-universite.fr najma.rachidi@pasteur.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	3	Présentiel		12
Volume horaire (H)	Cours	TD / travail personnel	TP		Site
	4h	4h + 8h	14h		Campus La Pitié, CIMI U1135, UMS28
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
	Français	Français	Français		Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	Atelier proposé en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cet enseignement s'adresse aux étudiants de parcours scientifique ou médical qui souhaitent acquérir une formation pratique en biologie des eucaryotes pathogènes, en particulier parasitaires. L'objectif principal de cet enseignement est d'initier les étudiants à l'édition du génome chez un microorganisme eucaryote parasite comme <i>Leishmania</i> avec le système CRISPR-Cas9. <u>Les objectifs secondaires</u> sont de former les étudiants : i) à l'établissement d'un plan expérimental, à la réalisation des expériences et à l'analyse critique des résultats, ii) à la restitution des résultats sous forme d'un rapport écrit, iii) à l'expérimentation en laboratoire de confinement de niveau 2 et iv) à l'analyse et la synthèse d'articles scientifiques et la présentation orale.
Thèmes abordés	Cet enseignement se présente sous forme de séminaires/cours, travaux dirigés et travaux pratiques avec pour objectif d'initier les étudiants à l'édition du génome chez le parasite <i>Leishmania</i> avec le système CRISPR-Cas9. <u>La partie TD</u> se focalisera sur (1) l'explication du principe de la méthode et (2) le design des amorces avec des outils informatiques (SnapGene, LeishGEdit, Eukaryotic Pathogen CRISPR guide RNA/DNA Design Tool). Un travail personnel sera demandé afin de préparer la partie expérimentale. <u>La partie TP</u> introduira différentes méthodes en (1) biochimie avec la préparation de solutions tampons ; (2) biologie moléculaire avec la réalisation de PCRs et d'électrophorèse sur gel d'agarose ; (3) biologie cellulaire avec la culture de parasites, la transfection de matériel génétique dans les parasites, la sélection de clones résistants avec des antibiotiques ; (4) microscopie avec l'observation de l'expression de fluorophore dans les parasites avec un microscope à fluorescence. Le travail réalisé en TD et TP fera l'objet d'un compte-rendu écrit.

	Les différentes applications de l'outil CRISPR-Cas9 feront l'objet d'un travail personnel en binôme à partir d'articles et d'une présentation orale. Avant de réaliser les premières expériences, les règles de prévention pour pouvoir travailler en laboratoires de confinement 1 et 2 seront exposées dans le cadre d'un séminaire et une formation spécifique pour le travail en L2 sera dispensée.
Prérequis	L'UE est ouverte aux étudiants de M2 possédant des connaissances solides en biologie cellulaire, biologie moléculaire et microbiologie (niveau M1). Des connaissances en biologie des agents eucaryotes parasites sont souhaitées
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	● Edition d'un génome par la technique Crispr-Cas9 chez un microorganisme eucaryote ● Construction d'un plan expérimental et réalisation d'une analyse critique des résultats ● Manipulation en laboratoire de culture cellulaire de confinement de niveau 2 (L2) ● Appropriation de la méthodologie d'analyse scientifique et de communication scientifique (rédaction de synthèse/rapport scientifique, présentation orale) Méthodologie et outils - Design des amorces avec des outils informatiques (SnapGene, LeishGEdit, Eukaryotic Pathogen CRISPR guide RNA/DNA Design Tool) - PCRs et électrophorèse sur gel d'agarose - Culture cellulaire du parasite <i>Leishmania</i> en L2 - Transfection chez le parasite et sélection de clones - Microscopie à fluorescence

Equipe pédagogique

Animatrices et animateurs de l'équipe : Valérie SOULARD (Sorbonne Université, CIMI-Paris), Najma RACHIDI (Institut Pasteur de Paris), Olivier LECLERCQ (Institut Pasteur de Paris), Laura PIEL (Institut Pasteur de Paris).

- Equipe pédagogique : les animatrices et animateurs de l'équipe, Jean-François FRANETICH (Sorbonne Université, CIMI-Paris), des chercheurs, étudiants et ingénieurs du CIMI-Paris.

UM5BM642 Bactériologie moléculaire et médicale

Responsable(s)	Pr. Guennadi SEZONOV		guennadi.sezonov@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	12	Présentiel		12
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	120				Hôpitaux de Paris
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français		Français		Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	- UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	L'unité d'enseignement "Bactériologie moléculaire et médicale" est organisée par des enseignants scientifiques et médecins, chercheurs, spécialistes de bactériologie médicale. Le programme est destiné à former des étudiants issus de filières scientifiques et médicales aux enjeux les plus fondamentaux de la bactériologie d'intérêt médical. Cet enseignement nécessite une formation de microbiologie importante.
Thèmes abordés	- Génétique microbienne. - Microbiologie cellulaire. - Agents anti-infectieux et mécanismes de résistance. - Physiopathologie-épidémiologie des infections bactériennes. - Techniques essentielles de bactériologie médicale : approche classique et moléculaire.
Prérequis	Aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	• Microbiologie classique, médicale et fondamentale • Biologie moléculaire • Génétique bactérienne • Epidémiologie • Un socle de connaissances permettant de continuer en thèse, dans les start-up en microbiologie, dans des compagnies publiques et privés travaillant dans les domaines de la santé, de RD, d'écologie, du contrôle de qualité

Equipe pédagogique

- Animateur de l'équipe : Guennadi Sezonov et Alexandra AUBRY
- Enseignants : PU, PU-PH, MCU, MCU-PH, médecins et chercheurs des universités SU et UP, de l'Institut Pasteur, des Unités de Recherche et des hôpitaux de Paris.

UM5BM644 Microbiologie

Responsable(s)	Pr. Guennadi SEZONOV		guennadi.sezonov@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	12	Présentiel		24 dont 10 SU
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	60		90		Pasteur
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français		Français		Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Formation à la recherche autour d'un thème annuel proposé et co-encadré par un laboratoire de l'Institut Pasteur.
Thèmes abordés	Ce cours théorique et pratique organisé par l'Institut Pasteur présente les avancées les plus récentes en microbiologie moléculaire et cellulaire. Cette formation à la recherche en microbiologie comprend des conférences, des travaux pratiques et des sessions de discussions. Pour plus d'information consultez la page web Cours Pasteur de Microbiologie https://www.pasteur.fr/fr/enseignement/programmes-cours/cours-pasteur?id_cours=32249
Prérequis	aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	● Microbiologie classique, médicale et fondamentale ● Biologie moléculaire ● Génétique bactérienne ● Epidémiologie ● Un socle de connaissances permettant de continuer en thèse, dans les start-up en microbiologie, dans des compagnies publiques et privés travaillant dans les domaines de la santé

Equipe pédagogique

- Enseignants : enseignants-chercheurs et chercheurs en microbiologie (Sorbonne Université, Institut Pasteur, CNRS, INSERM)

UM5BM645 Qualité des milieux aquatiques et risques microbiologiques

Responsable(s)	Julia BAUDART Fabien JOUX		baudart@obs-banyuls.fr joux@obs-banyuls.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		18
Volume horaire (H)	Cours / Conférences	TD	TP	Travail personnel	Site
	22	10	30		Observatoire Océanologique de Banyuls sur mer
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français	Français	Français		Français/anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE d'orientation (obligatoire pour la thématique MES) non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Les milieux aquatiques sont soumis à la pression croissante des pollutions (microbiologiques et chimiques) générées par les activités anthropiques. Ces pollutions ont de lourdes conséquences sur la qualité écologique des écosystèmes (eutrophisation), l'économie touristique (insalubrité, nuisances), les productions aquacoles (mortalités, interdiction de ventes) et sur la santé humaine (présence de microorganismes opportunistes et pathogènes ou prolifération d'algues toxiques). Cette unité d'enseignement aborde les thématiques du dysfonctionnement écologique, de la biodépollution, de l'écotoxicologie microbienne ainsi que de la surveillance microbiologique des milieux aquatiques. Les enseignements se feront en grande partie sous la forme d'ateliers pratiques consacrés notamment aux techniques d'étude de la dégradation de polluants, à la détection de microorganismes d'intérêt sanitaire par des méthodes innovantes ainsi que différents tests écotoxicologiques utilisant des microorganismes.
Thèmes abordés	- Détection et quantification de microorganismes pathogènes et toxiques dans les milieux aquatiques (virus, bactéries, cyanobactéries, microalgues). - Eutrophisation des milieux aquatiques. - Caractérisation et dégradation de la matière organique dans les milieux aquatiques. - Introduction aux polluants chimiques dans les milieux aquatiques. - Biodégradation des micropolluants organiques, procédés de biodépollution microbienne. - Mécanismes de résistance des microorganismes aux métaux et applications en bioremédiation.

	- Impacts écotoxicologiques des polluants sur les communautés microbiennes dans les milieux aquatiques. - Tests toxicologiques sur des microorganismes. - Utilisation de biocapteurs microbiens en écotoxicologie.
Prérequis	Bonnes connaissances en microbiologie générale, des bases en écologie microbienne et en microbiologie sanitaire étant souhaitées.
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	• Connaissance des agents microbiens pathogènes et toxiques dans les milieux aquatiques et de leur mode de transmission • Appropriation des méthodes d'analyses microbiologiques réglementaires et alternatives pour qualifier la qualité microbiologique des milieux aquatiques • Connaissances des problématiques liées aux phénomènes d'eutrophisation et d'efflorescence d'algues toxiques • Connaissance de la dynamique des sources de contamination, du devenir des polluants et de leurs impacts sur la santé humaine et celle des écosystèmes aquatiques • Connaissances sur les tests de toxicité microbiens applicables en milieu aquatique et sur l'analyse des données acquises pour le calcul de l'EC50 • Compétences pour caractériser la matière organique et les polluants organiques ainsi que leur dégradation dans les milieux aquatiques • Échantillonner un milieu aquatique (eau, sédiments), quantifier les bactéries témoin de contamination fécale et les vibrios, isoler et identifier les vibrios par séquençage Nanopore • Isoler des bactéries impliquées dans la dégradation de polluants (microplastiques) et les identifier par séquençage Nanopore • Elaborer un poster scientifique autour des résultats de TP

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Julia Baudart-Lenfant, Fabien Joux.
- Cours Magistraux : Julia Baudart-Lenfant, Cécile Bernard, Marion Desdouits, Fabien Joux, Raphaël Lami, François Lantoine, Vincent Maréchal, Laurence Méjanelle, Sophie Sanchez-Brosseau.
- TD : Julia Baudart-Lenfant, Fabien Joux, Sophie Sanchez-Brosseau.
- TP : Julia Baudart-Lenfant, Fabien Joux, François Lantoine.

UM5BM647 Virologie fondamentale

Responsable(s)	Vincent MARECHAL Antoine GARBARG-CHENON Noel TORDO		vincent.marechal@sorbonne-universite.fr a.chenon@trs.aphp.fr ntordo@pasteur.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	12	Présentiel		15
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	60		60		Pasteur
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
	Français/Anglais	Français	Français		Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cette unité d'enseignement constitue le module de spécialisation de la thématique virologie, option virologie fondamentale. Des cycles de conférences et des tables rondes forment les étudiants aux principaux concepts de la virologie contemporaine. Les virus étudiés sont, pour la plupart, des virus d'intérêt médical. Les enseignements de virologie s'appuient d'abord sur une connaissance détaillée des relations virus-cellule hôte et des mécanismes moléculaires qui guident la multiplication des virus, avant d'aborder les infections virales dans un contexte physiopathologique.
Thèmes abordés	- Virus à ADN (virus herpes, adénovirus, virus de l'hépatite B, papillomavirus, ...). - Rétrovirus et virus à ARN positif (réplication du VIH, protéines auxiliaires, synapse virologique, rétrovirus endogènes, foamy virus, antirétroviraux, picornavirus, virus de l'hépatite C, ...). - Virus à ARN négatifs (virus de la rage, paramyxovirus, bornaviridae, virus de la rougeole, arenavirus et bunyavirus, virus de la grippe, ...). - Vecteurs viraux, stratégies vaccinales, ...
Prérequis	aucun

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Antoine Garbarg-Chenon, Vincent Maréchal et Noël Tordo.
- Enseignants : enseignants-chercheurs et chercheurs de microbiologie.

UM5BM649 Maladies infectieuses émergentes

Responsable(s)	Jean-Emmanuel HUGONNET	jean-emmanuel.hugonnet@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel	Effectif maximal
	S3	12	Présentiel	30 (7 pour BMC-SU)
Volume horaire (H)	Cours	TD	Conférences	Site
	120			SU (Jussieu)/UPC/ENVA/ Institut Pasteur
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP	Supports de cours
Français/Anglais	Français et Anglais			PDF - en anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE			
UE spécialisation non proposée en UE d'ouverture (composée du module de tronc commun « One Health » et soit du module « Pathogènes émergents » soit du module « Epidémiologie et biostatistiques »)				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Comprendre l'émergence des pathogènes, leur diffusion et les moyens de lutte.
Thèmes abordés	One Health, Pathogènes émergents, Epidémiologie et Biostatistique
Prérequis	M1 en biologie, École d'ingénieurs, Coursus médical.
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	Common module (3 ECTS) One health, a transdisciplinary approach + Major (9 ECTS) 1 course among 2 options: Biology of emerging pathogens Epidemiology and biostatistics Les concepts acquis seront la compréhension des mécanismes biologiques qui permettent l'émergence des pathogènes et leur diffusion, le rôle de l'homme et des réservoirs animaux dans cette diffusion, les moyens de luttés et de surveillance épidémiologique. Cette UE transdisciplinaire, comprend des enseignements qui couvrent la biologie des pathogènes émergents (virologie, bactériologie et immunologie) et l'épidémiologie (analyse de données, statistiques, management clinique, prévention). Les étudiants suivent un module commun intitulé "One Health : une approche interdisciplinaire" puis choisissent l'une des spécialités suivantes : biologie des agents pathogènes émergents ou épidémiologie et biostatistiques.

Equipe pédagogique

Animateur et animatrices de l'équipe: Jean-Emmanuel Hugonnet (SU)-India Leclercq (UPC)-Sandie Munier (UPC)
Enseignants : Chercheurs, Enseignants-Chercheurs et cliniciens.

UM5BM653 Outils modernes d'analyse de la biodiversité des
microorganismes eucaryotes

Responsable(s) & courriel(s)	Philippe SILAR (UP) Christophe HENNEQUIN (SU)		philippe.silar@u-paris.fr christophe.hennequin@sorbonne-universite.fr	
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr	
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel	Effectif maximal
	S3	6	Présentiel	12
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Site
	16	4	30	Bât Lamarck B Campus PRG/paris7 et Campus Pharmacie paris5 6eme arrondissement
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP	Supports de cours
Français/Anglais	Français	Français	Français	Français
Evaluations	Examen session 1: écrit avec production d'un document de synthèse. Examen session 2 : oral			
Type d'UE	UE d'ouverture			

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Donner les bases nécessaires pour comprendre la biodiversité fongique et des parasites eucaryotes ainsi que les méthodes modernes de son analyse
Thèmes abordés	Cette UE présentera sous forme de cours les notions de bases sur le développement des champignons et des parasites, leur phylogénie et leur évolution ainsi que la structure de leurs génomes. Les TD introduiront les notions nécessaires pour la réalisation des travaux pratiques (formats de fichier, langage R, python et bash...). Les TP se feront avec les ordinateurs personnels et nécessiteront une clé USB ou un disque dur externe de 32 Gb sur laquelle seront installés les outils bioinformatiques. Ils consisteront dans (1) l'assemblage d'un génome à partir de données de NGS, (2) l'annotation de codes barre, (3) l'utilisation des codes barre pour faire de la phylogénie, (4) la détection des polymorphismes/mutations à partir de données illumina, (5) l'analyse des données de séquençage d'ARN à haut débit (RNAseq) avec R et Kallisto, et/ou (6) l'exploration des données de métagénomiques avec des script UNIX.
Prérequis	L'UE est ouverte aux étudiants de M2 avec de bonnes connaissances de base de microbiologie eucaryote. Notions de base de statistiques (distribution de probabilités, tests statistiques de base...), notions de bioinformatique de base (BLAST, alignements, recherche de motifs, bases de données génomiques...)
Compétences acquises à l'issue de l'UE	Analyse bio-informatique des bases de données génomiques, métagénomiques et transcriptomiques et les fondamentaux de la phylogénie moléculaire appliqués aux génomes des champignons et des parasites.

Equipe pédagogique

Philippe Silar, Jérôme Clain, Christophe HENNEQUIN

UM5BM655 Génomique environnementale et applications
biotechnologiques

Responsable(s)	Raphaël LAMI Lucie BITTNER		raphael.lami@obs-banyuls.fr lucie.bittner@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		20
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail perso.	Site
	20	40			Observatoire de Banyuls
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
	Français				Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE d'orientation (obligatoire pour la thématique MES) non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Les approches moléculaires récentes et haut débit d'analyse de la diversité spécifique et fonctionnelle des microorganismes de l'environnement sont au cœur de nombreux enjeux de recherches fondamentales et appliquées. Dans cette unité d'enseignement, nous proposons de passer en revue ces outils, leurs méthodes d'applications et leurs intérêts pour comprendre la place des microorganismes dans leur environnement : séquençage Illumina, métagénomique, approches bio-informatiques et phylogénétiques pour l'analyse de ces importants jeux de données. Dans une deuxième étape, nous proposons d'examiner les perspectives d'applications biotechnologiques de ces outils : identification de nouveaux composés et de nouvelles voies métaboliques d'intérêt, possibilités et enjeux de leur valorisation industrielle dans de nombreux domaines (cosmétique, biofuels, médicaments, production d'énergie, ...).
Thèmes abordés	Analyses bio-informatiques en écologie microbienne. Analyses de jeux de données en écologie microbienne. Génomique environnementale : génomique, métagénomique, transcriptomique. Valorisation industrielle des approches de génomique environnementale.
Prérequis	Aucun prérequis n'est obligatoire mais une participation aux différents enseignements de microbiologie de l'environnement et de microbiologie appliquée de niveau Master 1 est vivement recommandée.
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	A l'issue de l'UE, l'étudiant(e) sera capable de mettre en œuvre des approches basiques de bio-informatique appliquées à l'écologie microbienne (jeux de données de génomique, métagénomique, transcriptomique). Il saura également présenter l'intérêt de ces approches pour aborder des questions fondamentales et appliquées. Enfin, une large place de la pédagogie est laissée

Equipe pédagogique

- Animateur de l'équipe : Raphaël Lami et Lucie Bittner
- Equipe enseignante : Fabien Joux, Raphaël Lami, Franck Lartaud, Sophie Sanchez Brosseau et Marcelino Suzuki.

UM5BM668 Risques microbiologiques naturels ou provoqués

Responsable(s)	Elise MORICE		elise.morice@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	Franziska BAHR Tél. : 01 44 27 72 86		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		30
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	25	20		15	Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
	Français	Français			Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE d'orientation proposée en UE d'ouverture Obligatoire pour la thématique QUESS (uniquement les anciens M1-QUESS)				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Le risque microbiologique concerne tous les secteurs de l'activité humaine. Sa maîtrise passe par la connaissance du pouvoir pathogène des principaux agents responsables de maladie, des voies de transmission (chaines épidémiologiques), des moyens d'analyse et de recherche, et enfin par la connaissance des instances qui gèrent, à l'échelle nationale et internationale, les questions en relation avec le risque infectieux. Cette unité d'enseignement est ouverte aux étudiants qui désirent exercer une activité de recherche, de développement ou d'analyse des maladies transmissibles.
Thèmes abordés	- Risque microbiologique naturel : origine du risque, transmission des agents pathogènes, connaissance et maîtrise du risque - Notions d'épidémiologie des maladies infectieuses - Risque microbiologique naturel ou provoqué (bioterrorisme) - Les instances de surveillance, d'information et d'action contre les maladies transmissibles - Méthodes de traitement et de prévention - Niveaux de confinement microbiologique - Pensée Visuelle – Infographie – Sketchnoting - Outils de communication
Prérequis	aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	- Acquisition de connaissances en lien avec la thématique - Acquisition de raisonnements et de concepts en lien avec la thématique - Savoir travailler en groupe - Savoir gérer les ressources bibliographiques (bases de données, journaux scientifiques en ligne) - Validation de l'information - Restitution des informations : - élaboration et présentation d'un poster - rédaction d'un mémoire scientifique - présentation orale sous forme d'un séminaire

Equipe pédagogique

- Animateur de l'équipe : Elise Morice
- Enseignants : enseignants-chercheurs et chercheurs

UM5BM691 Physiologie intégrative des microorganismes

Responsable(s)	Raphaël LAMI Pauline ROUX		raphael.lami@obs-banyuls.fr Pauline.roux@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		20
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	20	10	30		Observatoire de Banyuls
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
	Français	Français	Français		Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE d'orientation proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	L'étude de la physiologie de modèles de microorganismes procaryotes et eucaryotes peut répondre à différents objectifs : biotechnologique, écologique, écotoxicologique, médical, ... Afin d'aborder la physiologie de ces microorganismes de manière intégrative, de nombreux outils de la génomique fonctionnelle sont aujourd'hui disponibles. Après avoir exposé les différents intérêts d'étudier des modèles microbiens, nous présenterons les techniques de transformation, inactivation de gènes, expression de gènes en continu ainsi que les approches de transcriptomique et de protéomique. Ces techniques seront illustrées par différentes études à visée biotechnologiques (e.g., production de protéines recombinantes), écophysiologiques (e.g., réponse aux variations des paramètres environnementaux) ou de bioremédiation microbienne (e.g. dégradation des hydrocarbures). En deuxième partie de cette unité d'enseignement, nous aborderons les mécanismes de la communication intercellulaire (quorum sensing) et les voies de signalisation chez les microorganismes, qui jouent un rôle clef dans la physiologie des microorganismes et qui sont au cœur de nombreuses problématiques de recherche en biologie cellulaire et dans les sciences de l'environnement. Cette étude a de nombreux prolongements biotechnologiques : régulation des fonctions physiologiques, régulation des populations de microorganismes eucaryotes et bactériennes dans l'environnement et dans les biofilms. Cet enseignement s'accompagne de différents travaux pratiques au cours desquels les étudiants seront familiarisés aux principales approches de génomique fonctionnelle. Certains de ces travaux se dérouleront sur les plateformes technologiques utilisées par les laboratoires de recherche. La réalisation de mini-projets sera confiée aux étudiants avec une séance de restitution en fin d'UE.
Thèmes abordés	- Outils de transformation chez les microorganismes eucaryotes et procaryotes - Outils de la protéogénomique pour l'étude de la physiologie des microorganismes - Cultures en chémostats

	- Approches cellulaires de la physiologie microbienne - Quorum sensing - Light sensing in phytoplankton
Prérequis	Aucun pré-requis n'est obligatoire mais une participation aux différents enseignements de microbiologie de l'environnement et de microbiologie appliquée de niveau Master 1 est vivement recommandée.
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	- Outils de la génomique et de la génétique appliqués à l'étude de modèles microbiens environnementaux - Approches de chimie des substances naturelles pour l'étude des molécules signalisatrices émises par les microorganismes - Conduite de projet scientifique en petits groupe et restitution de données acquises pour répondre à une problématique scientifique dans le champ de la microbiologie environnementale

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Raphaël Lami et Pauline Roux.
- Cours Magistraux, TD et TP : Raphaël Lami, Pauline Roux, Fabien Joux, Sophie Sanchez Brosseau, François Delavat, Marcelino Suzuki, Karine Escoubeyrou.

UM5BM694 Approches expérimentales en bactériologie moléculaire et médicale

Responsable(s)	Nicolas Kint Catherine ECKERT		nicolas.kint@sorbonne-universite.fr catherine.eckert@aphp.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		12
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
			120		Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais			Français		Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	- Atelier non proposé en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cette formation s'adresse à des scientifiques, des médecins et des pharmaciens. Elle vise à mettre en œuvre une démarche scientifique expérimentale destinée à actualiser et approfondir les connaissances techniques en bactériologie moléculaire appliquée aux questions d'importance médicale et à rendre les étudiants autonomes en situation de stage de recherche.
Thèmes abordés	Sur la base d'un exemple d'un mécanisme de résistance aux antibiotiques, les participants mettent en œuvre les techniques d'intérêt général en bactériologie médicale (étude des phénotypes), en génétique bactérienne moléculaire (clonage d'ADN bactérien dans des vecteurs d'expression, fusion de gènes pour marquage des protéines par étiquette His, PCR et analyse de séquence ADN), en analyse des génomes bactériens (traitement et assemblage des données du séquençage génomique, recherche de SNP et Indel) et en analyse des protéines (purification d'une protéine de fusion à étiquette His, caractérisation biochimique d'une protéine, détermination de l'activité spécifique et des IC50 de l'enzyme, modélisation 3D).
Prérequis	aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE	Maîtrise des techniques expérimentales afin de permettre l'étude d'une souche bactérienne résistante aux antibiotiques.

Equipe pédagogique

l'équipe : Catherine Eckert, Nicolas Kint, Anne Jamet, Stéphanie Petrella, Estelle Capton

UM5BM695 Atelier méthodologique en virologie

Responsable(s)	Vincent MARECHAL		vincent.marechal@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	3	Présentiel		12
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
			30		Pasteur
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français	Français			Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	Atelier non proposé en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cette unité d'enseignement est proposée à tout étudiant inscrit dans la thématique de virologie (M2).
Thèmes abordés	Le thème de l'enseignement change chaque année et répond au besoin de formation pratique dans cette discipline.
Prérequis	aucun

Equipe pédagogique

- Animateur de l'équipe : Vincent Maréchal
- TP : enseignants-chercheurs et chercheurs de l'Institut Pasteur variant selon les années selon la thématique de l'enseignement.

UM5BM696 Atelier biodiversité microbienne

Responsable(s)	Nicolas KINT		nicolas.kint@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)			sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		24 dont 10 maximum de SU
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	16		44		Campus P&M Curie/Pasteur
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
	Français		Français		Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	Atelier non proposé en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Le concept One Health « Une santé » repose sur une approche globale qui interconnecte la santé humaine, santé animale et santé des écosystèmes. Une des thématiques émergentes autour de ce concept est la dissémination de l'antibiorésistance dans les milieux naturels et d'appréhender les enjeux sanitaires via des approches pluridisciplinaires. En effet, l'un des enjeux sanitaires majeurs actuels est la résistance aux antibiotiques, responsables de plusieurs millions de morts, dans lequel l'environnement et les communautés de micro-organismes qui le composent, définissant le concept de « microbiome », joue un rôle de plus en plus prépondérant (réservoir, lieu de transferts génétiques horizontaux et/ou lieu de sélection). La résistance aux antibiotiques est un phénomène ancien, d'origine naturelle, répandu dans l'environnement et au sein des microbiomes, présentant une diversité de déterminants génétiques et des caractéristiques phénotypiques multiples.
Thèmes abordés	Cette UE à la fois pratique et fondamentale abordera les conférences suivantes : - La notion d'espèce et de communautés microbiennes/microbiote - Les outils d'identification des microorganismes par les approches de cultures et de séquençage ciblant l'ADNr16S couplé à une première initiation à la bio-informatique - Les différentes méthodes de biologie moléculaire quantitatives - Les différents métabolismes bactériens
Prérequis	Etre inscrit et suivre le Cours Pasteur, Microbiologie
Compétences acquises à l'issue de l'UE	● Pratique en culture microbiologique et biologie moléculaire ● Initiation à la bio-informatique ● Gestion de données de microbiologie environnementale

Equipe pédagogique

- Animateur de l'équipe : Dr N. Kint
- Enseignants : D. Clermont, A. Derbise, JM Thiberge, C. Beloin, M. Rolanda, I. Lequeutre (IP Pasteur)

UM5BM731 Bioinformatique et Modélisation

Responsable(s)	Ingrid Lafontaine	ingrid.lafontaine@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27	sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel	
	M2S3	12	Présentiel	
Volume horaire (H)	Cours	TD / travail personnel	TP	Site
	<i>cf. rubrique « Thèmes abordés »</i>	<i>cf. rubrique « Thèmes abordés »</i>		Campus Pierre et Marie Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP	Supports de cours
Français/Anglais	Français ou Anglais	Français ou Anglais	Français ou Anglais	Français ou Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE			
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture			

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Génétique des populations (GPOP) Réseaux biologiques et biologie des systèmes (RESYS) Statistiques pour la classification et fouille de données en génomique (SPLEX) OU Algorithmes en bioinformatique structurale : protéines et ARN (STRUCT)
Thèmes abordés	Cette UE est composée de 3 UE : GPOP/5IN752 (3 ECTS), RESYS/5IN754 (3 ECTS) et une UE au choix parmi SPLEX/5IN753 et <u>STRUCT</u> /5IN755
Prérequis	M1 BIM
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	Consulter les fiches des UE composantes

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe :
GPOP : Martin Weigt, RESYS : Hervé Isambert, SPLEX : Natalya Sokolovska, STRUCT : Élodie Laine

UM5BM732 Analyse des données à haut débit pour la (méta-)
(génomique/ High-throughput data analysis for (meta-)genomics

Instructor(s)	Lucie BITTNER		lucie.bittner@sorbonne-universite.fr	
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr	
Details	Semester	ECTS	In Person / Online	Maximum size
	S3	3	In Person	15
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study / Practical Work	Personal Work	Site
	15	15		Institut de Biologie de l'ENS
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work	Course materials
	French/English	French/English		English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor			
Type of course	This specialized course is not proposed as an open course			

Pedagogical presentation of the course

Objectives	Building on a prior understanding of high-throughput sequencing technologies, this course focuses on their applications in functional genomics and transcriptomics, with an opening towards meta-omics approaches. It covers the most important concepts in bioinformatics and statistics required to identify and interpret differentially expressed genes, from raw data processing to biological interpretation. The hands-on computer sessions make use of open-source software including the R/Bioconductor ecosystem, STAR, DESeq2, clusterProfiler and IGV. The computational resources are provided by the Institut Français de Bioinformatique (IFB) cloud platform. The course is offered within the second-year master's specialization "Bioinformatics & Modeling," shared between the "Computer Science" and "Molecular and Cellular Biology" programs.
Topics covered	The course takes place over one full-time week and is structured around three main topics: (i) the complete RNA-seq analysis workflow, from raw data quality control to differential expression analysis; (ii) functional interpretation of gene expression results through annotation and enrichment analysis; and (iii) an opening towards environmental genomics, connecting culture-based transcriptomics to metagenome-assembled genomes and metatranscriptomics.
Prerequisites	Computer science knowledge: basic programming, practice with Linux command lines, and proficiency with R. Biology knowledge: you must know how high-throughput sequencing work.
Skills acquired during the course (concepts, methodology, and tools)	The following concepts will be understood by the end of the course: • Experimental design in RNA-seq studies; • Data quality control and read alignment; • Count matrix construction and normalisation; • Differential expression analysis; • Functional annotation and enrichment analysis; • Introduction to environmental genomics.

Teaching team

- Team leader: Lucie Bittner.
- Lecture, directed study, and practical work: Lucie Bittner and Léa Swales (ENS).

UM5BM733 Des données de séquences à la génétique évolutive

Responsable(s)	Sophie GARNIER Ingrid LAFONTAINE Philippe LOPEZ		sophie.garnier@sorbonne-universite.fr ingrid.lafontaine@sorbonne-universite.fr philippe.lopez@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	3	Présentiel		25
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	15		15		Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français		Français		Français
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Le thème général de cette unité d'enseignement est l'interprétation biologique des données de séquences. Comment, à partir d'un ensemble large de séquences génétiques, peut-on proposer une histoire biologique ? Illustrant les différents aspects de la génétique, plusieurs axes complémentaires seront développés. L'enseignement comprend une moitié de cours et une moitié de projet. Les étudiants choisiront un projet dans la liste ci-dessous (non-exhaustive). La présentation orale de leurs projets permettra de révéler les multiples facettes de la génomique.
Thèmes abordés	- Les cours magistraux et les conférences porteront sur les sujets suivants : • analyse évolutive des gènes et génomes par les arbres et les réseaux, • transfert latéral et éléments mobiles, implications évolutives, • les causes de l'horloge moléculaire, • inférence de scénarios à partir de données intra-espèce, • étude des caractères complexes (SNPs, déséquilibre de liaison) • génomique haut débit (génotypage, expression et régulation des gènes), • évolution expérimentale, • consanguinité, effectifs efficaces et Fstatistiques, • notions sur les fardeaux génétiques, • statistiques de mesure des patrons de diversité au sein des séquences nucléotidiques évolution expérimentale, • génétique des populations chez l'homme, • méthodes statistiques d'inférence de paramètres (ML, MCMC et ABC). - Dans le cadre des projets élaborés par les étudiant(e)s, l'idée est d'explorer les différents aspects biologiques d'un unique jeu de données commun composé d'une collection de génomes intra- et inter-espèces. Les projets sont conçus pour allier

	analyses de données, algorithmique ou modélisation, puis interprétation biologique des résultats. Chaque projet, supervisé par un ou plusieurs enseignants spécialistes du sujet, sera choisi dans la liste non-exhaustive suivante : • inférer un scénario démographique à partir de génomes d'une même espèce, • construire une phylogénie à partir de l'usage des mots d'un génome, • étudier de l'histoire et de la sélection d'une famille multigénique, • étudier l'évolution des gènes codant pour un réseau métabolique, • étudier l'impact des SNP sur les éléments génétiques connus, • détection des sites de régulations dans les séquences promotrices.
Prérequis	Aucun

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Sophie Garnier, Ingrid Lafontaine et Philippe Lopez.
- Cours magistraux : Sophie Garnier, Christophe Lemaire et Philippe Lopez.
- TP : Sophie Garnier, Ingrid Lafontaine, Christophe Lemaire et Philippe Lopez.

UM5BM753 Supervised and Unsupervised Learning for Biological Data

Responsable(s)	Nataliya Sokolovska Nicolas Tchitchek		nataliya.sokolovska@sorbonne-universite.fr nicolas.tchitchek@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		30
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	10	10			Campus P&M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Anglais Français	Anglais Français	Anglais Français		Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	* Atelier proposé en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	• Donner aux étudiants une compréhension opérationnelle des principales méthodes d'apprentissage supervisé et non supervisé appliquées aux données biologiques (génomique, transcriptomique, protéomique, clinique, etc.). • Savoir construire un pipeline analytique complet : pré-traitement, choix du modèle, validation, interprétation et visualisation. • Développer la capacité à comparer plusieurs approches (Python / Orange 3), à évaluer les performances et à justifier les critères de sélection. • Former aux bonnes pratiques de reproductibilité (notebooks, code commenté, rapports). • Renforcer l'autonomie grâce à deux projets de groupe (50 % de la note chacun) aboutissant à des rapports et soutenances.
Thèmes abordés	• Apprentissage non supervisé : clustering, réduction de dimension, détection d'anomalies. • Gestion des données manquantes et imputation. • Apprentissage supervisé : classification, régression, évaluation (cross-validation, métriques). • Sélection de variables et interprétabilité des modèles. • Prédiction structurée et reconstruction de réseaux biologiques. • Contraintes de calcul : apprentissage « under budget ». • Construction de workflows visuels sous Orange 3 et scripts Python
Prérequis	• Bases de biologie moléculaire et de biostatistique (tests, notions de probabilité). • Notions fondamentales en Python : structures de données, boucles, fonctions (niveau débutant suffisant). • Connaissances de base en R souhaitables mais non indispensables.

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Nicolas Tchitchek et Nataliya Sokolovska
- Enseignants : Nicolas Tchitchek et Nataliya Sokolovska

UM5BM801 ARN : de la molécule aux pathologies

Responsable(s)	Hubert BECKER		hubert.becker@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		20
Volume horaire (H)	Cours / Conférences	TD	TP	Travail personnel	Site
	60H CM & Conférences				Campus P & M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français/Anglais s				Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	* UE de spécialisation proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Les différents types d'ARN jouent une multiplicité de rôles dans les cellules avec un impact sur l'activité des cellules, comme par exemple, la régulation de l'expression des gènes, la prolifération cellulaire, le métabolisme ou encore le développement de pathologies (ex. cancers, maladies cardiovasculaires). De fait, les ARNs, et en particulier les ARNs long non codant, deviennent des cibles potentielles pour le développement de médicaments pouvant bloquer le développement tumoral. Mais l'ARN n'est pas uniquement une cible, il peut lui-même jouer le rôle d'ARN-médicament (petits ARN interférents, CRISPR RNAs aptamers, vaccins,...) ou de biomarqueurs. L'actualité nous a rappelé que l'ARN peut également être une molécule infectieuse, étant l'élément de base des génomes rétroviraux (Covid-19, HIV, ...) Cette UE propose de décrire différentes classes d'ARNs allant des ARNs historiques (ARNs ribosomiaux, de transfert...) ainsi que les nouvelles classes d'ARN (long non codant, circulaires, CRISPR...), leur implication dans le développement pathologique, la régulation de l'expression des gènes et la reprogrammation de la fonction des ARNs (modifications post-transcriptionnelles = « épitranscriptomique », éditing, multiplicité d'épissage, dégradation...). L'objectif de l'UE est d'offrir un panel de connaissances permettant d'explorer et comprendre les processus biologiques impliquant l'ARN, dans le cadre d'un
------------------	--

	développement cellulaire normal ou pathologique. Une panoplie de nouvelles techniques d'analyses -omiques- sera utilisée afin de traiter les quantités phénoménales de données biologiques issues des études transcriptomiques.
Thèmes abordés	- Transcriptome et Epitranscriptomique : ARNomiques, Modifications post-transcriptionnelles des ARNs (méthylation, pseudouridylation,...), Séquençages de nouvelle génération (RNA-seq, Nanopores). - Les ARNs dans le développement de pathologies ou ARN médicament ARNs longs et courts non-codants (mutation dérégulation), cancers, maladies cardio-vasculaires, ARNs biomarqueurs, petits ARNs régulateurs de processus biologiques (ARN interférents, CRISPR-RNA, Aptamères). - Contrôle de l'expression génique : ARNs longs et courts non-codants, ARNs circulaires, ARNs régulateurs, complexité des mécanismes d'épissage, polyadénylation intronique, épigénétique. - Dégradation, stabilité et localisation des ARNs (régulation par séparation de phases) - ARN viraux : viroïdes, ARN-HIV, Traduction virale, vésicules ARN, - Evolution – Phylogénie : Analyses bioinformatiques, Arbres phylogénétiques et Evolution, Epidémiologie, Modélisation et structure des ARNs.
Prérequis	Étudiants ayant validé un M1 de Biochimie, Génétique ou biologie moléculaire (par exemple M1 BMC Sorbonne Université) ou de toute formation jugée équivalente.

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Hubert Becker
- Enseignants : - Cours magistraux : Hubert Becker, Eric Bonnivard, Clément Carré, Damien Bregeon, Marina Pinskaya, Carole Saintomé, Laure Teyssset, Claire Torchet, Maxime Wery.
- Conférences : chercheurs et enseignants-chercheurs CNRS, MNHN, INSERM, ENS, Institut Gustave Roussy, Institut Jacques Monod, Institut Curie, Institut Pasteur, CEA.

UM5BM802 Bio-ingénierie et aspects moléculaires des ARNs

Responsable(s)	Hubert BECKER		hubert.becker@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		20
Volume horaire (H)	Cours / Conférences	TD	TP	Travail personnel	Site
	60H CM & Conférences				Campus P & M Curie
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français/ Anglais				Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	* UE de spécialisation proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Le domaine de l'ARN est en pleine (r)évolution, avec la découverte ces dernières années d'une multitude de nouveaux types d'ARN (petits et longs ARN non-codants, ARN circulaires,...) et d'un très grand nombre de modifications chimiques sur ces ARN, régulant leur devenir et leurs fonctions ; donnant naissance au concept d'épitranscriptomique. L'ARN joue un rôle essentiel dans l'expression des gènes, par les ARNr, les ARNt et la traduction des ARNm, mais aussi par le très grand nombre de régulations génétiques et épitranscriptomiques opérées par des ARN non codants. Des dysfonctionnements de ces régulations sont au cœur de nombreuses pathologies (cancers, maladies cardiovasculaires et neurodéveloppementales, dégénérescences musculaires...), faisant des ARNs des cibles thérapeutiques incontournables. Par ailleurs, l'ARN peut être une molécule thérapeutique, via l'utilisation des CRISPR, des ARN interférents ou des aptamères pour corriger des défauts génétiques ou pour cibler certaines cellules cancéreuses pour mieux les détruire. Cette UE se focalisera sur les mécanismes moléculaires de maturation des ARNs, de formation des complexes ribonucléoprotéiques, et de leur implication/régulation dans des conditions normales ou pathologiques. Les aspects moléculaires des ARNs seront abordés par des approches de transcriptomique, biologie moléculaire, biochimie et biologie structurale.
------------------	--

Thèmes abordés	- Transcriptome et Epitranscriptomique : Nucléotides modifiés & Pathologies, Plasticité des modifications - Régulation de l'expression des gènes, ARN thérapeutiques et Bioingénierie ARNs régulateurs, complexité de l'épissage, ARN thérapeutiques, ARNs biomarqueurs - ARN & Traduction : Régulation, Fidélité, ARN circulaires traduits, traduction virale - Interactions protéines/ARN : Etudes structure/fonction, biologie structurale, cryo-microscopie électronique, spectroscopies, RMN biologique, Footprinting - Dégradation, stabilité et localisation des ARNs - Modélisation moléculaire et bioinformatique : Modélisation des ARNs & Evolution, Visualisation de structure 2D-3D d'ARN, Liens structure-Fonction - Ribozymes / Télomères.
Prérequis	Étudiants ayant validé un M1 de Biochimie, Génétique ou biologie moléculaire (par exemple M1 BMC Sorbonne Université) ou de toute formation jugée équivalente.

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Hubert Becker
- Enseignants :
 - Cours magistraux : Hubert Becker, Ludovic Bellot-Gurlet, Bernard Billoud, Damien Bregeon, Bruno Collinet, Gress Kadaré, Elodie Lainé, Carole Saintomé, Catherine Vénien-Bryan
 - Conférences : chercheurs et enseignants-chercheurs CNRS, INSERM, ENS, Institut Gustave Roussy, Institut Jacques Monod, Institut Curie, CEA, MNHN.

UM5BM810 Cellular ecosystems: from modeling to therapeutic treatments

Instructor(s)	Alexandre ESCARGUEIL		alexandre.escargueil@sorbonne-universite.fr		
Coordinator(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Details	Semester	ECTS	In Person / Online		Maximum size
	S3	6	In Person		20
Number of Hours (H)	Lecture	Directed Study	Practical Work	Personal Work	Site
	60				ENS Paris
Language of Instruction	Lecture	Directed Study	Practical Work		Course materials
French/English	English				English
Evaluations	Consult the document “Dates and rubrics” and/or the course instructor				
Type of course	This orientation course is proposed as an open course				

Pedagogical presentation of the course

Objectives	The objective of this course is to present examples of the application of systems biology approaches to both fundamental research and the medical field. Depending on the lectures attended, we will present several examples applying integrative approaches and the modeling of complex systems to the understanding of complex cellular phenomena associated with human health, such as carcinogenesis, obesity, acquired immunity, experimental evolution, ... This course corresponds to the two weeks of instruction "cellular ecosystems" and "cellular machineries" from the 'Imalis' master's degree at the PSL (https://www.enseignement.biologie.ens.fr/spip.php?article190). If you are interested in only one of these two weeks, please note that they can be taken independently (3 ECTS each). Contact Frédéric Devaux for more information.
Topics covered	- High-throughput and/or quantitative approaches to transcriptional, epigenetic, and post-transcriptional regulation. - Transcriptomics and obesity. - Modeling of lymphocyte differentiation. - Metagenomics and nutrition. - Microfluidics and applications in cell biology. - Systemic approaches to oncogenesis and tumor classification.
Prerequisites	No specific prerequisites, but a good level of general knowledge in molecular and cellular biology is required to benefit from the lectures.

Teaching team

- Team leaders: F. Devaux, Christophe Carles, and D. Thieffry.
- Lectures: speakers from the field (hospital practitioners, researchers, and professors), varying every

UM5BM813 Mouse genetics for disease modelling

Responsable(s)	Franck TOLEDO		Franck.Toledo@curie.fr		
Gestionnaire(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	12	Présentiel		20 dont 8-10 de SU
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP	Travail personnel	Site
	120			60	Pasteur
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	F ou A (selon auditoire)	F ou A	F ou A		F ou A
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Ce cours, organisé à l'Institut Pasteur, délivre une formation dans les domaines les plus actuels de la génétique de la souris. Il met l'accent sur l'analyse de la fonction des gènes. Il envisage toutes les échelles : le gène et son produit, la cellule et les interactions cellulaires, les tissus de l'embryon et l'animal dans son ensemble.
Thèmes abordés	La partie théorique de cette unité d'enseignement traite notamment de la biologie de l'embryon précoce, des cellules souches pluripotentes, des mécanismes cellulaires et moléculaires contrôlant l'embryogenèse et des méthodes d'étude du lignage cellulaire, des systèmes d'inactivation génique et de l'expression conditionnelle de transgènes, du rôle des petits ARN, de l'analyse génétique des caractères mendéliens et complexes ainsi que de l'utilisation de la souris comme modèle d'étude en cancérogenèse. Les travaux pratiques abordent les méthodes et techniques permettant d'analyser la fonction des gènes chez l'embryon et l'adulte, d'obtenir des iPS (" <i>induced pluripotent stem cells</i> ") à partir de cellules différenciées, de réaliser la culture de cellules souches embryonnaires (ES) et leur manipulation génétique par la méthode Cre/Lox, d'étudier le comportement de la souris adulte, d'accéder à la cartographie génétique et à l'identification de QTLs. Ils illustrent également l'utilisation du phénomène d'interférence ARN pour éteindre l'expression de gènes.
Prérequis	aucun

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Michel Cohen-Tannoudji, Xavier Montagutelli, et Franck Toledo.
- Cours Magistraux / TD / TP : Iva Simeonova et Franck Toledo.

UM5BM817 Rôles multiples de l'ARN : ARNOMIQUE

Responsable(s)	Claire TORCHET Cosmin Saveanu		claire.torchet_devaux@sorbonne-universite.fr cosmin.saveanu@pasteur.fr		
Gestionnaire(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	6	Présentiel		16
Volume horaire (H)	Conférences	TD	TP	Travail personnel	Site
	10	10	40		Institut Pasteur
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP		Supports de cours
Français/Anglais	Français/Anglais	Français	Français		Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation proposée en UE d'ouverture Sur dossier CV + lettre motivation - mi septembre				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Des avancées récentes ont révélé un rôle crucial des ARN dans la régulation de l'expression des gènes, aussi bien chez les procaryotes que chez les eucaryotes. L'avènement du séquençage à haut débit et des puces à haute densité ont également permis de révéler l'existence d'une population complexe de transcrits non codants et de mécanismes sophistiqués de contrôle nucléaire et cytoplasmique. Il est maintenant clair que les organismes ont développé plusieurs niveaux de surveillance pour éliminer les transcrits indésirables, tels que des ARNm aberrants ou des transcrits instables. Ce cours a pour but d'explorer en détail les substrats et mécanismes d'une voie majeure de dégradation des ARN aberrants, conservée de la levure à l'Homme. - <u>Les conférences</u> données par différents spécialistes permettront d'aborder les rôles de l'ARN dans différents processus ainsi que les technologies spécifiques à leur étude. - <u>La partie pratique</u> met en œuvre des techniques innovantes (RNA seq) et classiques (Northern blot et qRT-PCR) chez l'organisme modèle <i>Saccharomyces cerevisiae</i>. Ceci afin d'identifier la grande diversité d'ARN cibles de la voie majeure de dégradation des ARN : le Nonsense Mediated mRNA Decay (NMD).
Thèmes abordés	Cet enseignement effectué à l'Institut Pasteur a pour but d'aborder différentes thématiques liées au métabolisme des ARN. Les travaux pratiques consisteront à : • extraire les ARN totaux d'une souche sauvage et de souches mutantes, • préparer les banques à partir d'ARN, • analyser les résultats obtenus après séquençage à haut débit sur ordinateurs, • valider les résultats obtenus par des méthodes classiques (Northern blot et qRT-PCR).

Prérequis	Les candidats doivent avoir de bonnes connaissances en biologie moléculaire, génétique et biochimie du niveau de la fin de première année de Master.
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	- méthodes d'analyse des ARN (Northern blot, qRT-PCR, RNAseq) - préparation de banque à partir d'ARN pour séquençage à haut débit - analyse de données de transcriptomique - initiation à l'utilisation de logiciels open source comme le langage de programmation R, linux et IGV (Integrative Genome Viewer)

Equipe pédagogique

- Animateurs de l'équipe : Claire Torchet et Cosmin Saveanu.
- Conférences données par des spécialistes, français et étrangers dans différents domaines des ARN.
- TP/TD : Cosmin Saveanu, Mathilde Garcia et Claire Torchet

UM5BM824 Génétique et épigénétique moléculaire

Responsable(s)	Irena DRASKOVIC Emmanuelle DESPRAS		Irena.Draskovic@curie.fr Emmanuelle.despras@sorbonne-universite.fr		
Gestionnaire(s)	Emma Correale Tél. : 01.44.27.20.27		sciences-master-bmc@sorbonne-universite.fr		
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel		Effectif maximal
	S3	12	Présentiel		20 dont 8 de SU
Volume horaire (H)	Conférences / TP	TD	TP	Travail personnel	Site
	120			60	Pasteur
Langue d'enseignements	Cours	TD	TP		Supports de cours
	Français/Anglais	Français/Anglais	Français/Anglais		Français/Anglais
Evaluations	Consulter le document «MCC_Dates_UE M2_26-27» et /ou le responsable d'UE				
Type d'UE	UE de spécialisation non proposée en UE d'ouverture				

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Cette UE a pour objectif d'approfondir les aspects techniques et conceptuels de la recherche en génétique et épigénétique, notamment dans le cadre de l'oncogenèse. L'accent sera mis sur l'étude des cellules eucaryotes.
Thèmes abordés	Les cours et les conférences seront focalisés sur l'analyse fonctionnelle des génomes et notamment : • les mécanismes génétiques et épigénétiques contrôlant la stabilité et l'expression du génome, • l'organisation fonctionnelle de l'ADN dans les chromosomes et l'espace nucléaire, • les méthodes de détection de mutations dans les maladies humaines. Les travaux pratiques visent à initier les étudiants à diverses techniques : • de cytogénétique moléculaire : * étirement de l'ADN humain et son application à l'analyse de la réplication, * FISH ("fluorescence <i>in situ</i> hybridization") sur chromosomes métaphasiques humains, • de biologie moléculaire et de génomique cellulaire : * analyse de la chromatine par ChIP et PCR quantitative, * étude de l'organisation de la chromatine dans le noyau au cours du cycle cellulaire. * analyse de l'instabilité génétique dans les cellules en quiescence
Prérequis	Seront considérées comme acquises de bonnes connaissances des mécanismes moléculaires impliqués dans : • la réparation, la recombinaison et la réplication, • les points de contrôle qui surveillent le déroulement du cycle cellulaire chez les eucaryotes. • l'information épigénétique.

Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	Concepts: Génétique et épigénétique du cancer et de l'autisme, conversion génétique et accumulation des mutations chez la levure. Méthodologie: Transfection des cellules humaines, DNA spreading, FISH (fluorescence in situ hybridization), Cytogénétique, Microscopie à fluorescence, Immunoprécipitation de la chromatine (ChIP), FACS, Biologie moléculaire (gel d'agarose, Western blot, qPCR), Modèles : cellules humaines et levure, analyse des génomes humaines en utilisant le logiciel R.
---	--

Equipe pédagogique

Emmanuelle Despras, Irena Draskovic, B. Arcangioli, S. Bachelier-Bassi, T. Bourgeron, M. Debatisse, F. Tolédo.

Code EVO : Theory and models in evolutionary biology

Théorie, modèles et explications scientifiques en génétique évolutive

Responsable(s)	Sarah SAMADI Anouk BARBEROUSSE Ingrid Lafontaine (SU)		sarah.samadi@mnhn.fr anouk.barberousse@sorbonne-universite.fr ingrid.lafontaine@sorbonne-universite.fr	
Gestionnaire(s)	Si vous souhaitez suivre cette UE, veuillez contacter le Pr Ingrid Lafontaine.			
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel	Effectif maximal
	S3	3	Présentiel	26
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP/Projet	Site
	15		15	MNHN
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP/P	Supports de cours
	Anglais	Anglais		Anglais
Evaluations	CC / 60 + Ecrit /40			
Types d'UE	Peut-être choisie comme UE d'ouverture			

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	To introduce students to evolutionary theory and current empirical approaches, taking an historical and epistemological approach
Thèmes abordés	We will discuss historical and epistemological aspects of evolutionary theory, such as the structure of Darwin's theory, the "synthetic" theory and current theoretical questions. What is a theory in evolutionary biology and how does it relate to scientific explanations ? What is a model and what is a theory ? Defining species, population, individuals, characters or genes. We will also discuss current empirical and analytical methods, such as experimental evolution, analysis of genomic data, phylogenetics and comparative biology
Prérequis	Aucun
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outil)	In depth knowledge of the existing theories in evolutionary biology and the field of their application

Equipe pédagogique

Anouk Barberousse, Sarah Samadi

Code GPS: Genomes, populations, species

Génomes, populations, espèces

Responsable(s)	Pierre GERARD Guillaume ACHAZ Ingrid LAFONTAINE (SU)		pierre.gerard@agroparistech.fr guillaume.achaz@mnhn.fr ingrid.lafontaine@sorbonne-universite.fr	
Gestionnaire(s)	Si vous souhaitez suivre cette UE, veuillez contacter le Pr Ingrid Lafontaine.			
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel	Effectif maximal
	S3	6	Présentiel	20
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP/Projet	Site
	36	12	6	ENS
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP/P	Supports de cours
	Anglais	Anglais		Anglais
Evaluations	Ecrit /100			
Types d'UE	Peut être choisie comme UE d'ouverture			

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	This course will address the fundamental processes that are at work in evolution through the lens of molecular evolution and population genetics. It will devote time to statistical inferences based on the patterns of polymorphisms in sequence data. The intended participants are students motivated by the understanding of evolutionary processes and not entirely reluctant to theoretical models
Thèmes abordés	The course will cover many of the classical micro-evolutionary processes such as genetic drift, mutation, recombination, population subdivision, isolation/speciation and natural selection. Mostly, we will discuss how these processes can be modelled backward in the so-called coalescent framework and how the distributions of genealogical trees under various scenarios lead to different patterns in the polymorphisms. Emphasis will be on the relationships between the "theoretical" models and the observed "biological" data. Practical sessions of data analysis and seminars of researchers on a variety of organisms will illustrate the lectures. The course lasts one full week, with a lecture in the morning and a mix of research seminars and practical sessions on computers in the afternoon.
Prérequis	Basic knowledge in mathematics, population genetics or molecular evolution
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outil)	- Master the theoretical concepts of population genetics and their applications - Develop a simple or complex mathematical model of population genetics, either analytically or by simulations - Design a statistical model for data analysis and parameter inference - Know how to use data analysis tools in population genetics

Equipe pédagogique

Pierre Gérard, Guillaume Achaz, Amaury Lambert, Stefano Mona, Maud Tenaillon, Olivier Tenaillon, Aurélie Hua-Van, Thierry Robert, Amandine Véber, Jean-Baptiste Grodwohl, Nicolas Bredèche, Etienne Patin, Line Le Gall, Claude Loverdo, Sylvain Billiard

Code GQ : Quantitative Genetics

GÉNÉTIQUE QUANTITATIVE

Responsable(s)	Henrique Teotónio, ENS Pierre de Villemereuil, EPHE Diala Abu Awad, UPSaclay Ingrid Lafontaine, SU		teotonio@bio.ens.psl.eu pierre.devillemereuil@ephe.psl.eu diala.abu-awad@universite-paris-saclay.fr ingrid.lafontaine@sorbonne-universite.fr	
Gestionnaire(s)	Si vous souhaitez suivre cette UE, veuillez contacter le Pr Ingrid Lafontaine.			
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel	Effectif maximal
	S3	6	Présentiel	20
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP/Projet	Site
	28	14	9	IDEEV, Université Paris-Saclay
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP/P	Supports de cours
	Anglais	Anglais	Anglais	Anglais
Evaluations	CC/10 + Ecrit /60 + TP/30			
Types d'UE	Peut être choisie comme UE d'ouverture			

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	This is an advanced graduate course in quantitative genetics as applied to understand the evolution of complex traits, those traits whose expression is conditional on environment and on many genes. The students will learn how to partition and estimate the several components of phenotypic and genetic (co)variation, as well as define and estimate (multivariate) selection gradients. We will discuss the Robertson-Price identity and Fisher's fundamental theory of natural selection. Specific topics will include understanding natural selection and genetic drift in experimental and natural populations, evolution of phenotypic plasticity and robustness, inbreeding and outbreeding depression, genomic prediction of complex trait values (including humans) and genomic selection, among others.
Thèmes abordés	Heritability and resemblance between relatives Components of genetic and phenotypic variances Selection differentials Intensities and gradients G-matrix M-matrix gamma-matrix Polygenic and infinitesimal models Animal model. Suggested readings in relation with the module content • Barton, N. H. and P. D. Keightley (2002). "Understanding quantitative genetic variation." Nat Rev Genet 3(1) : 11-21. • Hill, W. G. (2010). "Understanding and using quantitative genetic variation." Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 365(1537) : 73-85. • Lynch, M. and B. Walsh (1998). Genetics and Analysis of Quantitative Traits. Sunderland, Sinauer Associates, Inc. • Roff, D. (1997). Evolutionary Quantitative Genetics. New York, Chapman & Hall. • Walsh, B. and M. Lynch (2018). Evolution and Selection of Quantitative Traits. Sunderland, Sinauer Associates, Inc.
Prérequis	Students will have the background in population genetics and quantitative genetics, and a keen interest in the mathematical foundations of evolutionary

	theory. Students will further have a basic understanding of statistical inference and computer programming
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outil)	- Master the fundamental concepts of quantitative genetics - Estimate parameters related to genetics, selection and evolution of complex traits using various data (phenotype, pedigree, genomes, experimental or natural evolution) - Model the evolution of complex phenotypic traits, including under advanced scenarios - To know the contemporary stakes of quantitative genetics, its applications, its limits, its new developments

Equipe pédagogique

Henrique Teotónio, ENS; Pierre de Villemereuil, EPHE; Christine Dillmann, Univ Paris-Saclay; Maud Tenaillon, CNRS; Arnaud Le Rouzic CNRS; Diala Abu Awad, Univ Paris-Saclay; Tristan Mary-Huard, INRAE; Laurence Moreau, INRAE, Stéphane Nicolas, INRAE; Timothée Flutre, INRAE.

Code ACP : Approche comparative phylogénétique

Responsable(s)	Guillaume ACHAZ Nicolas PUILLANDRE Ingrid Lafontaine (SU)		guillaume.achaz@mnhn.fr puillandre@mnhn.fr ingrid.lafontaine@sorbonne-universite.fr	
Gestionnaire(s)	Si vous souhaitez suivre cette UE, veuillez contacter le Pr Ingrid Lafontaine.			
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel	Effectif maximal
	S3	6	Présentiel	26
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP/Projet	Site
	18	9	27	UPC
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP/P	Supports de cours
	Anglais	Anglais		Anglais
Evaluations	CC /30 et Ecrit /70			
Types d'UE	Peut être choisie comme UE d'ouverture			

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	Students will consolidate their theoretical understanding and applications of taxonomie, phylogenetics, and trait macroevolution.
Thèmes abordés	We will discuss how to explore online databases and sequence aligners, we will talk about substitution models and how to perform phylogenetic inference. At the macroevolutionary levels we will discuss diversification models of traits, be them genetic or phenotypic, as well as how to detect selection in sequence data. We will study how to delimit species and perform comparative genomics. You can refer to the EvoGEM website
Prérequis	Students will have a basic understanding of evolutionary biology, genetics and mathematical modeling, for example by having followed EVO and MAAE. Contact organizers for further details on prerequisites.
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outil)	- In-depth knowledge of the theoretical concepts of the comparative approach - propose a coherent project around a particular issue - use and develop tools in the field - acquire a critical view of the strengths and limitations of the approach

Equipe pédagogique

Ingrid Lafontaine, Amaury Lambert, Nicolas Puillandre, Guillaume Achaz, Hélène Morlon, Philippe Lopez

Code MAEE (Maths I) : Stochastic Models in Ecology and Evolution

Modèles Aléatoires en Écologie et Évolution

Responsable(s)	Stéphane Robin Ingrid Lafontaine		stephane.robin@sorbonne-universite.fr ingrid.lafontaine@sorbonne-universite.fr	
Gestionnaire(s)	Si vous souhaitez suivre cette UE, veuillez contacter le Pr Ingrid Lafontaine.			
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel	Effectif maximal
	S3	3	Présentiel	25
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP/Projet	Site
	15	15		SU
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP/P	Supports de cours
	Anglais	Anglais		Anglais
Evaluations	CC/50 + Ecrit /50			
Types d'UE	Peut être choisie comme UE d'ouverture			

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	To introduce students to the basic mathematical methods and tools to analyze classical models of evolutionary genetics, with special emphasis on population genetics modeling.
Thèmes abordés	We will introduce students to differential non-linear equations and characterization of equilibrium dynamics, positive matrices and the Perron-Frobenius theorem, the Central Limit theorem, Markov chains in discrete and continuous time, transition matrices, Poisson processes, diffusion and infinitesimal generators, algorithms for simulation, sampling and Bayes inference. We will discuss the concepts of likelihood and introduce tools such as MCMC, Gibbs sampling and ABC.
Prérequis	Students will have basic education in mathematical modeling, for example by having followed MATH 0 of EvoGEM. Notions of probability theory, calculus and linear algebra are necessary
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outil)	Concepts of ergodicity, scale limit, universality Statistical tools: likelihood, maximum likelihood, MCMC, ABC, Gibbs sampling... Methodology: individual-centered models, stochastic process generator, simulation of a waiting time, of a Markov chain in discrete or continuous time, optimization, choice of proposal in Bayesian statistics...

Equipe pédagogique

Amaury Lambert, Christine Dillmann, Stéphane Robin

Code AMEG (Maths II): Advanced Mathematical Modeling for Evolutionary Genetics

Modélisation Mathématique Avancée pour la Génétique Évolutive

Responsable(s)	Amaury Lambert Stéphane Robin Ingrid Lafontaine		amaury.lambert@ens.fr stephane.robin@sorbonne-universite.fr ingrid.lafontaine@sorbonne-universite.fr	
Gestionnaire(s)	Si vous souhaitez suivre cette UE, veuillez contacter le Pr Ingrid Lafontaine.			
Modalités	Semestre	ECTS	Présentiel / Distanciel	Effectif maximal
	S3	3	Présentiel	20
Volume horaire (H)	Cours	TD	TP/Projet	Site
	20	10		ENS
Langue d'enseignement	Cours	TD	TP	Supports de cours
Français/Anglais	Anglais	Anglais		Anglais
Evaluations	Ecrit sur 100			
Types d'UE	Peut être choisie comme UE d'ouverture			

Présentation pédagogique de l'UE

Objectifs	To introduce students to the application of mathematical methods and tools in evolutionary genetics
Thèmes abordés	We will discuss population genetic dynamics as applied to calculate the probability and time for fixation/extinction and stationary distributions. We will detail the coalescent and characterization of genetic diversity at one and multiple loci with recombination and selection. We will also discuss the coalescent in the context of birth-death models in phylogenetics and random trees. Finally, we will give an overview of quantitative genetics modeling, such as heritability, GWAS and Fisher's geometric model.
Prérequis	- MAEE and a solid background on population genetics, for example by having followed GPOP or EvoGEM
Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils)	In-depth knowledge of the properties of many discrete and continuous models involved in evolutionary genetics/genomics. Methodology: calculation of a probability and a time to reach, of a stationary distribution, calculation of the likelihood of a tree under various models, simulation of birth and death processes and of diffusion, calculation of the distribution of the effects of mutations in various models

- Amaury Lambert, Stéphane Robin

