

Master Mention Sciences du vivant, Spécialité Biologie des micro-organismes, Parcours Virologie

Type	Nom
Parcours	Virologie
Semestre	master BMO, parcours virologie, premier semestre
Groupe d'unités d'enseignement	master BMO, premier semestre, 6 UE obligatoires, 21 crédits Obligatoire
Unité d'enseignement	Langues - M1S1
Unité d'enseignement	Initiation à la démarche scientifique en biologie des micro-organismes 1
Unité d'enseignement	Systématique des micro-organismes
Unité d'enseignement	Formation pratique en microbiologie 1
Unité d'enseignement	Bactérovirus
Unité d'enseignement	Génétique des micro-organismes
Groupe d'unités d'enseignement	master BMO, parcours virologie, premier semestre, 2 UE obligatoires, 9 crédits Obligatoire
Unité d'enseignement	Virologie moléculaire animale
Unité d'enseignement	Contrôle du génome eucaryotique : épigénétique et maintien de l'intégrité
Semestre	master BMO, parcours virologie, deuxième semestre
Groupe d'unités d'enseignement	master BMO, deuxième semestre, 6 UE obligatoires, 24 crédits Obligatoire
Unité d'enseignement	Insertion professionnelle
Unité d'enseignement	Initiation à la démarche scientifique en biologie des micro-organismes 2
Unité d'enseignement	Génomique des micro-organismes
Unité d'enseignement	Formation pratique en microbiologie 2
Unité d'enseignement	Formation pratique en virologie moléculaire et cellulaire
Unité d'enseignement	Immunologie perfectionnement
Groupe d'unités d'enseignement	master BMO, parcours virologie, deuxième semestre, 2 UE obligatoires, 6 crédits Obligatoire
Unité d'enseignement	Interactions hôtes/phytovirus
Unité d'enseignement	RNA silencing
Semestre	master BMO, parcours virologie, troisième semestre
Groupe d'unités d'enseignement	master BMO, troisième semestre, 4 UE obligatoires, 15 crédits Obligatoire
Unité d'enseignement	Langues - M2S3
Unité d'enseignement	Ouverture professionnelle (3, M2S3)
Unité d'enseignement	Préparation du stage S4 en biologie des micro-organismes
Unité d'enseignement	Stratégies de recherche sur la cellule
Groupe d'unités	master BMO, parcours virologie, troisième semestre, 3 UE

Type	Nom
d'enseignement	obligatoires, 15 crédits Obligatoire
Unité d'enseignement	Virus en recherche fondamentale et appliquée
Unité d'enseignement	Grands syndromes viraux
Unité d'enseignement	Expression des gènes et biosynthèse des protéines
Semestre	master BMO, quatrième semestre
Groupe d'unités d'enseignement	master BMO, quatrième semestre, 1 UE obligatoire, 30 crédits Obligatoire
Unité d'enseignement	Stage S4 en biologie des micro-organismes

Parcours: Virologie

Objectifs en termes de compétences (ou de compétences professionnelles)

cf Mention Sciences du vivant et Spécialité Biologie des Micro-Organismes.

Objectifs en termes de connaissances scientifiques

La formation du parcours virologie s'adresse à des étudiants qui souhaitent se spécialiser en virologie. Le parcours Virologie forme des étudiants en leur apportant les connaissances générales théoriques et pratiques sur les virus et leur biologie moléculaire, en particulier lors de la spécialisation de l'étudiant en seconde année de master. La formation pluridisciplinaire apportée permet à l'étudiant d'aborder les études des interactions entre les virus et leurs hôtes. A l'heure actuelle, ce parcours virologie est le seul parcours en France à apporter des connaissances sur les virus animaux, végétaux et bactériens. Les virus y sont abordés comme des agents pathogènes responsables de maladies et de modifications génétiques mais aussi comme des outils utilisables entre autres en thérapie génique, en nanotechnologies ou en biotechnologie. Au cours du parcours, les étudiants sont sensibilisés aux techniques les plus récentes de la biologie moléculaire.

Unité Enseignement: Langues - M1S1

Objectifs en termes de connaissances

Séance hebdomadaire en CRL : interaction orale sur les projets de recherche du groupe et travail en autonomie à l'aide des multiples ressources disponibles (plus accès libre au CRL possible en dehors du créneau).

Pratique à distance : lecture d'articles de spécialité ou scientifiques, écoute de documentaires ou de conférences en ligne, production écrite (synthèses, 'abstracts'), travail collaboratif sur projet.

A **teliers sur** inscription hebdomadaire : conversation et communication orale, prononciation, rédaction de CV..., répondant aux besoins spécifiques des étudiants.

Objectifs en termes de compétences

Communiquer avec des professionnels et/ou des chercheurs sur l'avancée des connaissances, sur des études à réaliser ou des projets à mener, que ce soit par le biais d'articles scientifiques ou dans le cadre de collaborations, réunions, séminaires, colloques ou congrès. Cette compétence doit répondre aux exigences de travail des chercheurs et de formation continue des professionnels dans leur domaine scientifique, au vu de l'évolution rapide de l'état des connaissances.

UniteEnseignement: Initiation à la démarche scientifique en biologie des micro-organismes 1

Objectifs en termes de connaissances

Description par chaque étudiant d'un aspect de la biologie d'un micro-organisme imposé (l'ensemble des micro-organismes étudiés couvre l'arbre du vivant) sous la forme d'un rapport et d'un exposé.

Les étudiants suivront également les conférences données par les conférenciers invités dans le cadre de la seconde année du master.

Objectifs en termes de compétences

Méthodologie documentaire (formation à la recherche bibliographique assurée par l'URFIST), rédaction d'un rapport (travail en collaboration), préparation d'un exposé, participation critique aux discussions suivant les exposés et les conférences.

UniteEnseignement: Systématique des micro-organismes

Objectifs en termes de connaissances

- notion d'espèce, notions de systématique, taxinomie, classification ;
- les différents systèmes de classification, la systématique des micro-organismes en relation avec l'identification et les liens de parenté ;
- origine de la vie et évolution des micro-organismes ;
- différents groupes (parmi les bactéries, les archées et les eucaryotes) seront étudiés en faisant ressortir la très grande diversité des micro-organismes (structure, physiologie, écologie...), leur place dans la biosphère...

Objectifs en termes de compétences

- comment construire un arbre phylogénétique et une classification ;
- comment interpréter un arbre et utiliser une classification...

UniteEnseignement: Formation pratique en microbiologie 1

Objectifs en termes de connaissances

- Caractéristiques et connaissance des cycles de reproduction des mycètes (levures et moisissures).
- Approfondir les différentes méthodes de classification et d'identification des mycètes.
- Analyse microbiologique d'un produit alimentaire selon la réglementation européenne
- Etude des voies fermentaires des micro-organismes : suivi de fermentation lactique par des bactéries lactiques et de fermentation alcoolique par des levures oenophiles.
- Voies métaboliques, dosage microbiologique d'une vitamine et test d'auxotrophie

Objectifs en termes de compétences

- Maîtrise des gestes techniques permettant la réalisation de manipulations aseptiques à la paillasse
- Observations macroscopiques et microscopiques de bactéries, levures et moisissures (loupe/microscope)
- Mises en culture en milieux liquides et solides
- Initiation à la mycologie

- Maîtrise des techniques d'identification, d'isolement en conditions aseptiques.
- Mise en oeuvre de différentes méthodes de dénombrement microbien appliqué à l'évaluation de critères de qualité microbiologique d'un produit alimentaire
- Elaboration d'une expérimentation visant à étudier le métabolisme d'un micro-organisme par dosage des métabolites produits (respiration/fermentation ; auxotrophie)

Pré-requis

Connaissance de base en Microbiologie générale.

Informations complémentaires

Cette unité d'enseignement comprend des cours préparatoires aux travaux pratiques permettant d'acquérir les connaissances théoriques requises à la bonne compréhension des expériences élaborées durant la partie pratique (4 heures par jour durant trois semaines consécutives). Cette répartition permet à l'étudiant de pouvoir préparer les solutions et milieux de culture, les ensemencement et repiquage des souches de micro-organismes et ainsi de gérer de façon autonome ses expériences, reproduisant la façon de travailler d'un laboratoire. Les résultats sont ensuite discutés au cours des travaux dirigés après les 60 heures de travaux pratiques. Cette unité d'enseignement permet de mettre en pratique les connaissances acquises dans les différentes UE du M1 (Métabolisme des micro-organismes, Systématique des micro-organismes). Une richesse de ces TP est qu'elle aborde à la fois la physiologie, le métabolisme et la taxonomie à la fois des procaryotes et des eucaryotes microscopiques.

Unité Enseignement: Bactériovirus

Objectifs en termes de connaissances

Les bactériophages et leurs hôtes :

- 1) Etude des cycles de multiplication de virus infectant les procaryotes à travers les stratégies d'expression virales et les mécanismes de défense antivirale et contre défense.
- 2) La lysogénie et ses implications.
- 3) La découverte d'une immunité innée : CRISPR

Objectifs en termes de compétences

Cet enseignement vise à faire découvrir les différents aspects de la virologie microbienne aux étudiants en leur apportant des connaissances détaillées des mécanismes moléculaires des interactions virus-bactéries.

Au terme de cet enseignement, l'étudiant sera en mesure d'établir certaines similitudes et particularités entre les virus procaryotiques et les virus infectant les métazoaires.

Bibliographie

Bacteriophage Genetics and Molecular Biology, Mc Grath & Van Sinderen Edt, Caister Academic press.

Informations complémentaires

Le contenu n'est pas définitif compte tenu de la très forte évolution des connaissances dans ce domaine de la virologie.

UniteEnseignement: Génétique des micro-organismes

Objectifs en termes de connaissances

Bonne connaissance des mécanismes moléculaires impliqués dans la dynamique des génomes et de leur évolution.

Pour les organismes procaryotes :mécanismes moléculaires impliqués dans l'évolution des génomes des organismes procaryotes, transferts horizontaux d'information génétique, éléments mobiles qui y sont associés (phages, plasmides, transposons, intégrons, îlots génétiques), les différents mécanismes de recombinaison (homologue, site spécifique, transposon), barrières aux transferts, réparations, restriction-modification.

Pour les eucaryotes, il s'agit des mécanismes responsables des remaniements spontanés (recombinaison, réparation, réplication, transposition) et des modifications provoquées (remplacement et interruption génique, utilisation de plasmides...) Les approches concernant l'évolution des génomes seront également abordées.

Objectifs en termes de compétences

Maîtrise des différents concepts liés au développement de la génétique moléculaire, bonne connaissance des méthodes et outils utilisés, leur champ d'application et leurs limites.

Pré-requis

Connaissance de bases des mécanismes d'échanges d'informations génétiques chez les procaryotes.

UniteEnseignement: Virologie moléculaire animale

Objectifs en termes de connaissances

Cette UE est consacrée à la description détaillée des mécanismes moléculaires et cellulaires du cycle infectieux de différents virus qui infectent les animaux vertébrés et/ou l'homme. Les virus décrits dans cette UE permettront aux étudiants d'avoir une vision globale sur les multiples stratégies de réplication, transcription et de traduction déployées par les virus pour infecter et exploiter leurs hôtes. Les virus qui seront traités sont : le VIH-1 (virus à ARN+, rétrovirus), le poliovirus et le virus de l'hépatite C (Virus à ARN+), les virus de la grippe et de la rage (virus à ARN-), les rotavirus (virus à ARN double brin), le virus de l'hépatite B (virus à ADN, pararétrovirus), les herpesvirus et les papillomavirus (virus à ADN double brin). Cette UE comprendra également une description des mimivirus qui infectent les amibes et dont la découverte récente a modifié notre perception sur les virus.

Cette UE repose sur des cours magistraux qui seront complétés par des séances de travaux dirigés consacrées à l'étude et à l'exposé d'articles scientifiques par les étudiants. Les étudiants comprendront ainsi, les expériences mises en oeuvre pour déchiffrer les mécanismes de la réplication virale et les interactions entre les virus et leurs hôtes.

Objectifs en termes de compétences

L'UE de Virologie moléculaire animale a pour objectif majeur de faire acquérir aux étudiants des connaissances sur les diverses stratégies de réplication de virus. Les étudiants pourront aisément comprendre le cycle infectieux des autres virus des animaux grâce aux exemples de virus étudiés dans cette UE.

Les étudiants pourront mieux appréhender les questions fondamentales en virologie animale et les démarches expérimentales entreprises par les chercheurs pour répondre à ces questions. Ils seront aussi amenés à exposer en public, des travaux de recherche

Unité d'enseignement: Contrôle du génome eucaryotique : épigénétique et maintien de l'intégrité

Objectifs en termes de connaissances

Cette unité d'enseignement propose un panorama actualisé des principaux mécanismes épigénétiques et de réparation de l'ADN impliqués dans le contrôle de l'expression et dans le maintien de l'intégrité du génome eucaryotique

L'épigénétique et la dynamique de la chromatine : les mécanismes et les rôles de la méthylation de l'ADN et des modifications des histones. La mémoire épigénétique des états transcriptionnels. La maintenance des épigénomes. Les cellules souches et la reprogrammation épigénomique. Les méthodes d'analyse associées aux différents états des épigénomes.

Les dommages de l'ADN dans le génome eucaryote et les réponses cellulaires aux dommages: les points de contrôle du cycle cellulaire, les différentes voies de réparation (réversion directe, réparation des cassures simple-brin, réparation des bases endommagées, des coupures double brin, mutagenèse) les ADN polymérases trans-lésionnelles, les modifications post-traductionnelles associées. Les maladies génétiques associées à un dysfonctionnement de la réparation et les modèles murins. La génotoxicité et la mort cellulaire. Les liens entre réparation et transcription. Les enzymes de réparation, cibles pour le développement de drogue anti tumorales.

Objectifs en termes de compétences

Compréhension de l'origine des dommages observés dans l'ADN, des mécanismes épigénétiques et de réparation de l'ADN impliqués dans le contrôle et le maintien de l'intégrité du patrimoine génétique.

Unité d'enseignement: Insertion professionnelle

Objectifs en termes de connaissances

Des cours magistraux abordent les thèmes suivants :

- Panorama de la recherche : les métiers, financement de la recherche, les acteurs (privé/public), les salaires, ...
- Organisation de l'entreprise ; les grandes fonctions, l'environnement de l'entreprise, ...
- Gestion de projets : gestion du temps, des finances, des hommes
- Les "secrets" dans l'entreprise : contrat de confidentialité, brevet, innovation, intelligence économique, ...
- Identité professionnelle et image de soi : communiquer (cv, lettre de motivation, présentation orale), le web (aspect positif/négatif : facebook, ...), ...

Un enseignement plus interactif avec les étudiants est proposé sous forme de tables rondes (au moins 2) sur des thèmes qui préoccupent les étudiants :

1. Thèse/pas Thèse

2. Les compétences : comment sont perçus les compétences d'un individu; une seule lecture, ou plusieurs

et des témoignages (au moins 3) de personnes déjà en poste qui décriront leur parcours, leur métier et les métiers de leur entreprise.

Les étudiants participeront aussi aux journées "Temps Fort" (2 jours bloqués), pour des simulations d'embauche. Ils devront préparer une lettre de motivation et CV, et participer à un entretien d'embauche.

Objectifs en termes de compétences

Donner des clés à l'étudiants pour s'insérer dans le monde du travail.

Etre capable de mettre en avant ses compétences

Avoir une Connaissance de son futur environnement

Pré-requis

Aucun

UniteEnseignement: Initiation à la démarche scientifique en biologie des micro-organismes 2

Objectifs en termes de connaissances

L'étudiant devra analyser des publications scientifiques illustrant un thème de microbiologie ou de virologie qu'il aura choisi. Il s'agit de faire une synthèse des articles sous forme d'un rapport écrit de 15 pages, d'une présentation orale de 12 minutes et d'une discussion de 12 minutes avec un jury et l'ensemble des étudiants du master.

Objectifs en termes de compétences

Rédaction d'un rapport bibliographique. Présentation orale avec vidéoprojection. Discussion du thème choisi élargie à la discipline. Apprendre à synthétiser les connaissances et les restituer sous forme orale et écrite. Prendre la parole en public et gérer son temps.

Informations complémentaires

La soutenance du rapport bibliographique et les réponses aux questions sont publiques et commentées pour l'ensemble de la promotion.

Selon les années, les étudiants seront invités à participer à l'organisation de mini symposium de virologie ou microbiologie sur le site strasbourgeois.

UniteEnseignement: Génomique des micro-organismes

Objectifs en termes de connaissances

Dans le domaine de la génomique, l'étudiant devra acquérir des connaissances variées relatives à la génomique descriptive (séquences proprement dites et leur annotation), fonctionnelle (qui exploite les données de la génomique descriptive pour inventorier l'ensemble des ARN ou des protéines) et comparative (qui s'intéresse aux similarités et aux différences qui s'observent entre espèces différentes). Elles concernent en particulier l'émergence et le développement des concepts majeurs, les stratégies expérimentales de séquençage et d'annotation, les méthodes d'étude du transcriptome et du protéome dans le contexte de la génomique des bactéries, les transferts horizontaux et l'influence des îlots génomiques sur la plasticité des génomes procaryotes, quelques applications biotechnologiques ou médicales et enfin l'évolution récente des approches dans le domaine de la génomique environnementale.

Objectifs en termes de compétences

L'étudiant devra être capable de maîtriser les divers concepts liés au développement de la génomique ainsi que les méthodes employées, leur champ d'application et leurs limites, afin de pouvoir développer une analyse critique des concepts théoriques et des données expérimentales présentées dans la littérature scientifique.

Pré-requis

Cours de base en biochimie et connaissances approfondies en génétique moléculaire et en microbiologie.

Unité Enseignement: Formation pratique en microbiologie 2

Objectifs en termes de connaissances

Ces travaux pratiques permettront d'appliquer les connaissances acquises dans les différentes UE du M1 (Interactions hôtes/micro-organismes, génétique des micro-organismes, physiologie moléculaire des procaryotes) :

- i. Étude d'une interaction micro-organisme/plante, rôle des systèmes de sécrétion de type II et III dans la virulence d'un phytopathogène.
- ii. Étude génétique : transfert d'information génétique par conjugaison, étude qualitative et quantitative de l'acquisition de résistance chez la bactérie impliquée dans l'interaction.
- iii. Mutagenèse par transposon, analyse des mutants obtenus.
- iv. Analyse de l'expression de gènes, régulation.

Objectifs en termes de compétences

Ces travaux pratiques permettent aux étudiants de :

- mettre en pratique leurs connaissances des bases de la microbiologie classique (isolements et cultures des micro-organismes sur différents milieux, antibiogramme, principe et règles de dénombrements par la technique des dilutions-étalements.
- acquérir une maîtrise des techniques de microbiologie moléculaire (PCR, séparation de protéines en conditions dénaturantes et natives).
- comprendre l'impact des transferts horizontaux sur la physiologie et le métabolisme de micro-organismes.
- comprendre les diverses techniques d'étude de la régulation de l'expression de gènes par l'analyse de l'activité bêta-galactosidase.

Unité Enseignement: Formation pratique en virologie moléculaire et cellulaire

Objectifs en termes de connaissances

Connaissance des techniques de microscopie, de biochimie, de biologie moléculaire et cellulaire, d'immunologie et de génétique pour l'étude des virus, des fonctions virales et des symptômes viraux : Mutagenèse dirigée, hybridations moléculaires, interactions protéine-protéine et protéine-acide nucléique, analyse comparative de protéomes et de transcriptomes, RNA silencing.

Méthodes d'analyse de publications scientifiques et résolutions de problèmes.

Objectifs en termes de compétences

Savoir mettre en oeuvre des méthodes d'immunodétection de protéines virales et de dosage des virus.

Savoir maîtriser l'hybridation moléculaire et les techniques RT-PCR visant à caractériser des génomes viraux.

Savoir utiliser la microscopie en épifluorescence pour suivre la progression d'infections virales et déterminer la localisation subcellulaire de protéines virales.

Savoir maîtriser la technique du double hybride dans la levure pour rechercher l'interaction entre

protéines.

Savoir choisir les stratégies d'approches dans l'étude de gènes viraux, avec la détermination de protocoles expérimentaux pour répondre à des questions biologiques.

Savoir choisir les contrôles expérimentaux pour valider une expérience.

Savoir analyser des résultats expérimentaux et proposer de nouvelles approches expérimentales pour résoudre un problème.

Savoir maîtriser les techniques de transfection et de transduction.

Pré-requis

Notions de virologie

Informations complémentaires

UE basée en grande partie sur l'enseignement des travaux pratiques. La présence à ces derniers est obligatoire.

L'enseignement se déroule de la façon suivante :

- 2 h de cours ou de TD par semaine, sur 13 semaines.

- trois semaines consécutives de travaux pratiques et dirigés, à raison de demi-journées (le matin en principe).

Unité d'enseignement: Immunologie perfectionnement

Objectifs en termes de connaissances

1. Depuis les molécules jusqu'à l'immunité anti-infectieuse
Molécules et cellules du système immunitaire.

Principales interactions moléculaires et cellulaires du système immunitaire

Les mécanismes de l'immunité innée.

Le déroulement d'une réponse adaptative.

Régulations de la réponse immunitaire

Les réponses anti-infectieuses (réponses contre les différents pathogènes, mémoire immunologique et vaccins, mécanismes d'échappement des pathogènes)

2. Immunologie et immunothérapie du cancer

3. Quelques données méthodologiques

* les nouvelles techniques immunologiques

* les modèles animaux d'étude du SI

Objectifs en termes de compétences

Acquisition d'une connaissance élargie du système immunitaire et intégration de ces notions dans les dynamiques physiologique et physiopathologique

Acquisition de compétences en analyse de données scientifiques récentes traitant de l'immunologie

Préparation de présentations type "diapositives" sur un sujet traitant de l'immunologie

Rédaction de mini-revues type "wikipedia" sur des notions relatives à l'immunologie

UniteEnseignement: Interactions hôtes/phytovirus

Objectifs en termes de connaissances

Cette UE vise à décrire les mécanismes moléculaires utilisés par les virus pour infecter les plantes en mettant l'accent sur le rôle des facteurs de l'hôte récemment identifiés et ce, à différents stades du cycle viral (traduction, réplication, mouvement à courte et longue distance, transmission). Elle traitera également des mécanismes de défense des plantes pour lutter contre les virus en incluant les défenses naturelles (gènes dominants, gènes récessifs) et la défense dérivée du pathogène. Enfin, les mécanismes de contre-défense développés par les virus seront abordés. Les connaissances seront dispensées en s'appuyant notamment sur les travaux réalisés au sein de notre communauté.

Objectifs en termes de compétences

L'étudiant pourra acquérir une grande compétence dans le domaine de la virologie végétale en maîtrisant les cycles infectieux des principaux virus infectant les grandes cultures. Elle permettra d'identifier les cibles moléculaires visées dans le développement des stratégies de lutte antivirale et ainsi de nourrir la réflexion sur les choix de société en la matière.

UniteEnseignement: RNA silencing

Objectifs en termes de connaissances

Les cours magistraux (6 heures) aborderont, dans les grandes lignes, les mécanismes d'action et le rôle des petits ARN non codants chez les eucaryotes (microARN, siARN, tasiARN et piARN) :

- Leur découverte
- Leur biogenèse
- Les points communs et différences de ces petits ARN entre les modèles étudiés (animaux, végétaux et levure)
- Les mécanismes de régulation post-transcriptionnelle (PTGS)
- Leur rôle dans les modifications épigénétiques et la régulation au niveau transcriptionnelle (TGS)
- Amplification des siARNs : transitivity et propagation du signal
- La défense antivirale (VIGS) et la stratégie de contre-défense utilisée par les virus
- L'outil ARN interférence

Les travaux pratiques se dérouleront sur 2 semaines, avec des séances de 4 heures le matin, la dernière séance étant utilisée pour un examen de contrôle continu. L'action des siARN et des miARN sera abordée soit par génétique soit par biologie moléculaire-biochimie en utilisant les plantes *Nicotiana benthamiana* et *Arabidopsis thaliana*. L'action des siARN lors de l'ARN interférence se fera par l'expression transitoire du gène reporteur GFP et de siARN ciblant l'ARNm de ce gène ; leur action lors d'une réaction antivirale (VIGS) sera étudiée en utilisant des vecteurs viraux modifiés. La propagation du signal de silencing induite par ces deux expériences sera aussi étudiée.

L'action des miRNAs sera abordée en utilisant des mutants du silencing chez *A. thaliana*, mutants obtenus au laboratoire (O. Voinnet, IBMP), déficients soit dans la coupure (slicing), soit dans l'inhibition de la traduction de l'ARNm cible. A partir d'extraits d'ARN et de protéines de plante sauvage et des deux mutants, les étudiants effectueront des expériences de RT-PCR et de « western » leur permettant d'analyser et de discuter les résultats obtenus.

Les travaux dirigés (10h) permettront d'avoir une complémentarité avec les travaux pratiques (introduction des techniques utilisées, analyse et discussion sur des articles en relation avec les

expériences réalisées). Les approches expérimentales utilisées d'une part pour la compréhension du rôle de ces petits ARN dans les mécanismes d'ARN interférence et d'autre part pour l'identification des facteurs cellulaires impliqués dans ces mécanismes, seront aussi abordées. De plus, les travaux dirigés permettront d'aborder des thématiques nouvelles ou non abordées pendant les cours magistraux, comme le rôle des miARNs dans le développement ou dans les cancers, ...

Objectifs en termes de compétences

Cette formation vise à sensibiliser l'étudiant au rôle important du RNA silencing dans la régulation transcriptionnelle et post-transcriptionnelle chez les eucaryotes, et de l'impact de cette découverte récente dans la recherche actuelle au travers de la technique de l'ARN interférence utilisée pour l'étude de l'expression d'un gène (knock down). Des séances de TD et de TP compléteront les cours magistraux et permettront aux étudiants d'aborder des techniques diverses pour l'étude du RNA silencing.

Unité Enseignement: Langues - M2S3

Objectifs en termes de connaissances

Séance hebdomadaire en CRL : interaction orale sur les projets de recherche du groupe et travail en autonomie à l'aide des multiples ressources disponibles (plus accès libre au CRL possible en dehors du créneau).

Pratique à distance : lecture d'articles de spécialité ou scientifiques, écoute de documentaires ou de conférences en ligne, production écrite (synthèses, 'abstracts'), travail collaboratif sur projet.

A ateliers sur inscription hebdomadaire : conversation et communication orale, prononciation, rédaction de CV..., répondant aux besoins spécifiques des étudiants.

Objectifs en termes de compétences

Communiquer avec des professionnels et/ou des chercheurs sur l'avancée des connaissances, sur des études à réaliser ou des projets à mener, que ce soit par le biais d'articles scientifiques ou dans le cadre de collaborations, réunions, séminaires, colloques ou congrès. Cette compétence doit répondre aux exigences de travail des chercheurs et de formation continue des professionnels dans leur domaine scientifique, au vu de l'évolution rapide de l'état des connaissances.

Unité Enseignement: Ouverture professionnelle (3, M2S3)

Unité Enseignement: Préparation du stage S4 en biologie des micro-organismes

Objectifs en termes de connaissances

Unité d'enseignement constituée de deux parties :

Dans une partie (3 crédits ECTS) seront abordés les nouveautés concernant les micro-organismes en général dans les domaines de la recherche, des maladies, de la lutte antimicrobienne et de l'environnement. Les étudiants feront des présentations sous forme d'exposés et d'affiches. Les étudiants participeront à dix conférences données par des chercheurs invités et seront invités à animer les débats.

Dans l'autre partie (3 crédits ECTS) l'étudiant prendra contact avec le sujet de son stage de quatrième semestre et avec l'équipe dans laquelle il accomplira ce stage. Un rapport de huit pages concernera le sujet du stage S4 : présentation de la problématique, état de l'art sur le sujet, recherche

en cours dans l'équipe d'accueil (3 à 4 pages). En fin de rapport l'étudiant présentera son sujet de recherche et la stratégie expérimentale prévue (sur environ 1 à 2 pages au grand maximum). Il pourra (le cas échéant) présenter dans cette partie terminale du rapport, quelques expériences qu'il aurait déjà réalisées en rapport avec le stage S4. Une présentation orale de 12 minutes et une discussion de 12 minutes avec un jury et l'ensemble des étudiants du master permettront d'évaluer ce travail.

Objectifs en termes de compétences

Savoir organiser et préparer un dossier sur un thème d'actualité et le présenter sous la forme d'un exposé oral, d'un poster ou d'une synthèse écrite.

Préparation et présentation d'un projet de recherche.

Unité Enseignement: Stratégies de recherche sur la cellule

Objectifs en termes de connaissances

Des cours magistraux illustrent par des exemples basés sur des publications récentes de grandes stratégies d'investigation actuellement employées dans les laboratoires de recherche. Ceci concerne la caractérisation spatiotemporelle dynamique des acteurs d'un processus biologique étudié et les approches fonctionnelles de leur activité par toutes les méthodes intégrées d'investigation (biochimie, génétique, biologie moléculaire et cellulaire *in vitro* et *in vivo*).

Thèmes scientifiques illustrés : transports nucléo-cytoplasmiques et trafic intracellulaire, signalisation cellulaire, polarité cellulaire et du cycle cellulaire.

TP/TD : En s'appuyant sur des modèles d'étude comme les cellules végétales et de drosophiles, différentes approches expérimentales (techniques de transfection transitoire et de localisation de protéines) sont mises en oeuvre pour illustrer quelques stratégies de caractérisation de mécanismes biologiques et de voies de contrôle de l'activité cellulaire.

Objectifs en termes de compétences

Objectifs cognitifs :

Acquérir une démarche scientifique, nécessaire à l'exploration d'une problématique de biologie intégrée.

Objectifs techniques :

Savoir pratiquer des techniques de biologie cellulaire, moléculaire, biochimie et d'imagerie de pointe, telles qu'elles sont employées dans les laboratoires de recherche.

Objectifs méthodologiques :

Savoir réaliser une synthèse à partir de données bibliographiques et proposer des approches expérimentales en réponse à une problématique scientifique.

Pré-requis

- Avoir intégré les connaissances scientifiques de base d'une licence de biologie.
- Avoir la capacité de lire et comprendre un document scientifique écrit en anglais

Unité Enseignement: Virus en recherche fondamentale et appliquée

Objectifs en termes de connaissances

Apports de la virologie et des virus dans la compréhension des mécanismes biologiques

fondamentaux (initiation interne de la traduction, séquences activatrices de la transcription, épissage alternatif, RNAi, ...) et leurs utilisations dans les protocoles de recherche fondamentale et appliquée actuels

1°) Virus en biotechnologies : utilisation d'enzymes virales et de séquences virales particulières pour concevoir des vecteurs d'expression; utilisation des virus comme outils (phage display, baculovirus display) ou comme composant en nanotechnologie.

2°) Virus vaccin et thérapie génique : utilisation de virus désarmés comme vecteur d'expression vaccinal ou vecteur de gène thérapeutique. Utilisation de virus à réplication sélective pour la mise en place de thérapie génique contre le cancer.

Objectifs en termes de compétences

Les virus sont ubiquistes et leur adaptabilité est remarquable. Leur utilisation comme outils dans de nombreux protocoles d'études fondamentales et appliquée est illustrée par le biais d'enseignements magistraux et des analyses d'articles. L'objectif de cette unité d'enseignement est d'apporter les notions essentielles pour mettre en place une démarche expérimentale en virologie voire en laboratoire de biologie moléculaire et cellulaire et à posteriori monter un projet de recherche simple.

Pré-requis

Bonnes connaissances en virologie fondamentale, virologie moléculaire, biologie cellulaire et moléculaire.

Unité d'enseignement: Grands syndromes viraux

Objectifs en termes de connaissances

Cette UE a pour objectif de décrire les maladies virales humaines les plus importantes et plus particulièrement celles constituant un grand problème de santé publique : sida, hépatites, cancers d'origine virale notamment le cancer du col de l'utérus, les maladies herpétiques et la grippe. L'épidémiologie, les mécanismes physiopathologiques et les méthodes de dépistage de ces maladies seront décrits sous forme de cours magistraux et analysés de manière plus approfondie lors de travaux dirigés consacrés à l'étude et à l'exposé d'articles scientifiques par les étudiants. Dans cette UE seront également abordés les principaux mécanismes de défense naturelle de l'homme, impliqués dans l'élimination et/ou le contrôle de la multiplication des virus : système immunitaire inné (interféron...) et adaptatif (réponses anticorps et cellulaire), chimiothérapie (analogues nucléosidiques, ribozyme...), vaccins...

Objectifs en termes de compétences

Cette UE devrait permettre à l'étudiant de connaître les différents mécanismes impliqués dans les maladies virales et de comprendre leurs spécificités ainsi que la méthodologie utilisée pour diagnostiquer ces maladies mais aussi d'avoir une vue globale sur les traitements antiviraux et d'être capable de faire, à partir des connaissances acquises, une analyse objective de l'efficacité des traitements et des adaptations éventuelles.

Unité d'enseignement: Expression des gènes et biosynthèse des protéines

Objectifs en termes de connaissances

Expression des gènes

La transcription chez les procaryotes. L'ARN polymérase procaryotique et les différentes étapes de la transcription. Le contrôle de l'expression des gènes chez les bactéries et les stratégies de régulation de l'expression des gènes chez le phage lambda.

La transcription chez les eucaryotes. Chromatine et nucléosome. Les ARN polymérase. Les éléments promoteurs et de contrôle de l'expression des gènes. Les facteurs généraux, les activateurs, les répresseurs, les coactivateurs et les corépresseurs de la transcription. La structure chromatinienne des régions transcrites. Le remodelage de la chromatine. Modification des histones, méthylation de l'ADN et expression des gènes.

Traduction de l'information génétique

Ce cours magistral présente de manière détaillée le code génétique et les molécules intervenant dans son décodage. Une partie de ce cours est consacrée aux différentes étapes de maturation des ARN codants et non codants impliqués dans la traduction protéique. Les différentes étapes, initiation, élongation et terminaison, de la traduction ribosomique chez les procaryotes et les eucaryotes sont également exposées de manière détaillée. Une partie de ce cours décrit les particularités de la synthèse protéique des organites, et un chapitre est consacré à l'inhibition des différentes étapes de la traduction procaryotique. Enfin, les différents mécanismes de régulation de la traduction procaryotique et eucaryotique seront introduits.

Objectifs en termes de compétences

Compréhension des mécanismes impliqués dans l'expression des gènes et la biosynthèse des protéines. Maîtrise des approches et des techniques utilisées pour l'étude de ces mécanismes.

Unité d'enseignement: Stage S4 en biologie des micro-organismes

Objectifs en termes de connaissances

L'étudiant cherche et trouve son équipe d'accueil entre le deuxième semestre et le début du troisième ; il construit son projet de stage de quatrième semestre dans le cadre de l'unité d'enseignement « Préparation du stage S4 en biologie des micro-organismes » (S3). Le stage proprement dit dure cinq mois, à temps plein, de début janvier à début juin. L'examen comporte un rapport écrit de 20 pages (coefficient 1), une soutenance orale de 12 minutes (coefficient 1) et une épreuve de réponses aux questions de 12 minutes (coefficient 1) ; son déroulement est strictement conforme à la description qui en est faite dans le dossier de la mention « sciences du vivant ».

Objectifs en termes de compétences

Initiation à la recherche avec un projet. Rédaction d'un mémoire, synthèse des résultats et présentation orale.