

Master Mention Sciences du vivant, Spécialité Neurosciences, Parcours Joint master in neurosciences

Type	Nom
Parcours	Joint master in neurosciences
Semestre	Semestre 1 du Master spécialité Neurosciences, parcours Joint Master in Neurosciences
Groupe d'unités d'enseignement	UE obligatoires Master spécialité Neurosciences M1S1, parcours JMN Obligatoire
Unité d'enseignement	Fundamentals of neuroscience
Unité d'enseignement	Research project in Neuroscience
Unité d'enseignement	Neuroscience cycle B - BASEL
Unité d'enseignement	Technical workshops in Neuroscience
Unité d'enseignement	Professional Insertion (joint master)
Unité d'enseignement	Langues - M1S1
Semestre	Semestre 2 du Master spécialité Neurosciences, parcours Joint Master in Neurosciences
Groupe d'unités d'enseignement	UE obligatoires Master spécialité Neurosciences M1S2, parcours JMN Obligatoire
Unité d'enseignement	Functional neuroanatomy and neurochemistry
Unité d'enseignement	Neuroscience laboratory rotations
Unité d'enseignement	Neurobiology of memory functions
Unité d'enseignement	Statistics applied to experimental neurobiology
Unité d'enseignement	Molecular and cellular neurobiology
Unité d'enseignement	Computational neuroscience FREIBURG
Unité d'enseignement	Neurobiology of the rhythms
Unité d'enseignement	Langues - M1S2
Groupe d'unités d'enseignement	UE optionnelles Master spécialité Neurosciences M1S2, parcours JMN Obligatoire dans liste : 3 crédits à atteindre
Unité d'enseignement	Neuroimmunology
Unité d'enseignement	Genetic animal models
Semestre	Semestre 3 du Master spécialité Neurosciences, parcours Joint Master in Neurosciences
Groupe d'unités d'enseignement	UE obligatoires Master spécialité Neurosciences M2S3, parcours JMN Obligatoire
Unité d'enseignement	Journal club exercises (Joint master)
Unité d'enseignement	Mid-term report (Joint master)
Semestre	Semestre 4 du Master spécialité Neurosciences, parcours Joint Master in Neurosciences
Groupe d'unités d'enseignement	UE obligatoires Master spécialité Neurosciences M2S4, communes au parcours NCI, NCO et JMN Obligatoire
Unité d'enseignement	Stage S4 en Neurosciences

Parcours: Joint master in neurosciences

Objectifs en termes de compétences (ou de compétences professionnelles)

L'objectif du parcours « Joint Master in Neuroscience » est de former de professionnels dans le monde de la recherche capables de s'insérer dans les secteurs marchands et non marchands, tout particulièrement à l'international. Chaque étudiant, conscient des modes de fonctionnement dans les trois pays délivrant la formation, sera à même de contribuer à la création d'un véritable espace européen de la recherche. La pluridisciplinarité de la formation doit permettre aux étudiants diplômés d'être à même de réaliser des projets de recherche situés à l'interface entre les neurosciences et d'autres disciplines comme la physique, l'informatique, les mathématiques, la chimie, etc. Les compétences professionnelles acquises sont de nature théorique et surtout pratique puisque le parcours fait la part belle à la formation par la recherche. Cet apprentissage pratique, évalué par des professionnels des laboratoires publics et privés, doit permettre aux futurs diplômés d'être immédiatement opérationnels lorsqu'ils seront employés à la suite du master.

Objectifs en termes de connaissances scientifiques

L'Université de Strasbourg (France), en collaboration avec ses partenaires de l'Université de Bâle (Suisse) et de Freiburg (Allemagne), propose une formation internationale de niveau master (2 ans) pour la spécialité des neurosciences. Cette formation s'adresse à des étudiants anglophones, européens et non-européens, qui souhaitent obtenir un master dans ce domaine. Le programme d'enseignement intègre les expertises des trois partenaires dans leur domaine de recherche respectif, tels que les neurosciences cellulaires et intégratives, la neurogénétique ou les neurosciences computationnelles. Il s'appuie sur le réseau trinational "NEUREX" qui regroupe plus de 1000 chercheurs et enseignants-chercheurs et plus de 100 laboratoires issus des organismes publics et privés. En plus d'une formation totalement dispensée en anglais, la spécificité du parcours est d'offrir une formation en apprentissage plus marquée avec une immersion dans les laboratoires partenaires allemands suisses et français, du secteur public et privé.

Sont éligibles, les étudiants ayant une licence, ou son équivalent dans l'une des disciplines de sciences de la vie, y compris la médecine humaine ou vétérinaire, les sciences pharmaceutiques et la psychologie. Les candidatures issues des domaines de la physique, des mathématiques, de la chimie, de l'informatique (non restrictif) seront également très sérieusement prises en considération en fonction du projet de l'étudiant(e).

Pour assurer une formation de qualité, le premier semestre a pour objectif de mettre à niveau les connaissances de base en neurosciences de tous les étudiants, quel que soit leur parcours académique initial. Dès le premier semestre, les étudiants auront également l'opportunité de travailler sur un projet scientifique d'envergure afin d'affiner leur choix professionnel futur. Le deuxième semestre complète cette mise à niveau. Il propose des unités d'enseignement plus spécialisées et des rotations de laboratoire permettant aux étudiants de réaliser des microprojets de recherche et d'acquérir des compétences professionnelles techniques avec l'aide de leur maîtres de stage. Le semestre 3 est préparatoire à la réalisation du véritable projet de recherche de master et donne aux étudiants une formation intense à l'écriture scientifique à travers des exercices nombreux de type 'journal club' et un rapport bibliographique sur le projet en préparation. Le stage de recherche du semestre 4 est valorisé par un mémoire et une défense publique qui met un point d'orgue à la formation puisque les étudiants sont à ce moment évalués par un jury de leurs futurs pairs dans la spécialité.

Unité Enseignement: Fundamentals of neuroscience

Objectifs en termes de connaissances

Neurobiologie I : Il s'agit d'un cours d'introduction proposé par l'Université de Freiburg/Breisgau sur les structures et les principes qui sous-tendent le fonctionnement du cerveau. Il débute par

l'étude des propriétés électriques de base des membranes biologiques, de la structure et la fonction des neurones isolés (dendrites, les axones, les synapses) ou en réseaux, de la production et de l'échange des potentiels d'action, des interactions entre les neurones au sein et entre les réseaux de neurones. Il aborde ensuite les aspects fonctionnels de traitement de l'information neuronale, du codage neuronal et du calcul neuronal. Deux blocs de conférences dédiées aux aspects moléculaires de la plasticité synaptique et aux principes génétiques d'apprentissage et de comportement complètent ce dispositif.

Neurobiologie II: Ce bloc de Neuroanatomie vise à appréhender l'organisation générale des structures du système nerveux. Les principales structures (moelle épinière, tronc cérébral, cervelet, cortex cérébral, thalamus, hypothalamus, ganglions de la base, système limbique) sont présentées en termes de morphologie, d'organisation cytoarchitecturale et de connexions; L'accent est particulièrement mis sur la notion de circuits. L'apprentissage de la nomenclature n'est pas requis. C'est la compréhension des règles d'organisation qui est recherchée ici, plutôt que la simple connaissance d'une nomenclature pléthorique.

Neurobiology III: Cet enseignement présente les principes de base de la pharmacologie du système nerveux. Il débute par des rappels de pharmacologie moléculaire (paramètres de l'interaction récepteur-ligand) puis présente les grandes classes de récepteurs et leurs analogues (agonistes/antagonistes) à visée thérapeutiques pour introduire les pathologies associées aux troubles de la neurotransmission.

Neurobiologie IV « des cellules souches au cerveau adulte » Ce module a pour objet de récapituler les différents types cellulaires à l'origine du cerveau fonctionnel adulte. L'accent est particulièrement mis sur l'origine des différents lignages cellulaires (neurones et glie) et les mécanismes généraux moléculaires (facteurs morphogénétiques et de transcription), cellulaires (cellules souches et progéniteurs) et intercellulaires (interactions neurone-glie) qui sous-tendent cette mise en place. Ces rappels organisés de manière transversale font appels à certains éléments abordés dans les autres cours de neurobiologie.

Objectifs en termes de compétences

Comprendre et être capable d'expliquer l'origine, la structure et le fonctionnement du système nerveux en condition normale (et pathologique) des aspects moléculaires aux niveaux les plus intégrés.

Bibliographie

Literature: Nicholls JG, Martin AR, Wallace BG, Fuchs, PA (2001) From Neuron to Brain. Sinauer Assoc., Sunderland MA. (4th ed)

Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM (2000) Principles of Neural Science. McGraw-Hill (4th ed)

Sanes DH, Reh TA & Harris WA. Development of the Nervous System. Academic Press

Squire, Bloom, Landis & Roberts. Fundamental Neuroscience. Academic Press

Informations complémentaires

Cours délivrés en anglais sur 2 universités (Strasbourg et Freiburg)

UniteEnseignement: Research project in Neuroscience

Objectifs en termes de connaissances

Pouvoir conceptualiser et planifier un projet de recherche scientifique virtuel, en présentant de manière raisonnée et argumentée l'état de la question, les objectifs, les approches méthodologiques choisies et les perspectives. Lors des questions du jury, les étudiants devraient pouvoir justifier et

critiquer leur stratégie, de placer leur projet dans un contexte général et de faire preuve de connaissances élargies des neurosciences.

Objectifs en termes de compétences

Les étudiants seront menés vers la construction du projet par le biais de quatre étapes d'exercices individuels et de groupe : analyse d'un article scientifique [présentation orale de groupe], examen écrit [individuel], présentation orale d'un sujet scientifique de leur choix [exercice de groupe], et élaboration du projet [individuel]. Le stage sera organisé sous forme de tutorat, par petits groupes encadrés par un responsable scientifique. Les étudiants apprendront comment construire logiquement une démarche scientifique, peser les avantages et les inconvénients des différentes approches méthodologiques et la pertinence d'un protocole particulier pour répondre à la question posée, et interpréter intelligemment les résultats obtenus. Ils devraient pouvoir réaliser des présentations orales de qualité, sachant comment livrer un message clair et équilibré par l'utilisation d'une iconographie lisible et informative, et de répondre aux questions de façon réfléchie et informée.

Informations complémentaires

travail tuteur de quatre heures par semaine à raison de quatre-cinq étudiants/tuteur

Unité d'enseignement: Neurosciences cycle B - BASEL

Objectifs en termes de connaissances

L'unité d'enseignement est totalement prise en charge par les enseignants de l'Université de Bâle. L'enseignement repose sur un cycle de conférence de haut niveau dans 4 domaines essentiels des neurosciences : les neurosciences développementales, la signalisation dans le système nerveux, la neurogénétique et les maladies neurologiques. Les conférences sont précédées d'une introduction générale visant à rappeler les principes neurobiologiques du sujet traité puis illustrent les grands enjeux de la discipline et les innovations encourues. Ces conférences thématiques sont données par des experts de renommée internationale appartenant au Friedrich Miescher Institute et à l'industrie pharmaceutique.

Objectifs en termes de compétences

Les étudiants ayant bénéficié de ces conférences sont en mesure de comprendre les enjeux et les défis de la recherche en neurosciences, tant sur le plan académique qu'industriel. Ils ont une bonne connaissance théorique des outils et des procédures permettant de faire progresser les connaissances pour atteindre ces objectifs. De plus, ils sont à même de comprendre comment une hypothèse moléculaire peut être valorisée dans une perspective thérapeutique (from bench to bedside). Ils connaissent les étapes de collaboration entre le secteur de recherche et de développement et sont capables de formaliser une démarche de valorisation d'un résultat scientifique fondamental.

Unité d'enseignement: Technical workshops in Neuroscience

Objectifs en termes de connaissances

Maîtrise et mise en œuvre des techniques expérimentales de base employées en Neurosciences :

- Utilisation des principaux instruments de mesure (pH mètre, spectrophotomètre, balance de précision, instruments d'optique, instruments de pipetage de précision...)
- Manipulation des concepts de concentration et préparation des solutions (tampons, dilutions...)
- Utilisation des techniques élémentaires de cytologie (coupe et fixation de tissus, colorations)

- histologiques...)
- Utilisation des techniques de biologie cellulaire : hybridation *in situ*, techniques immunologiques, culture de cellules et caractérisation, isolement, fractionnement cellulaire.
 - Utilisation d'une chaîne de mesure électrophysiologique.
 - Connaissance des techniques principales de biologie moléculaire : extraction de plasmide; PCR ; méthodes de purification et de séparation, protéines et ADN/ARN ...

Analyse et interprétation un enregistrement électrophysiologique

Analyse et interprétation des clichés de microscopie photonique

Initiation à l'éthique, aux techniques de manipulation des animaux de laboratoire et aux tests comportementaux.

Objectifs en termes de compétences

Maîtriser la mise en œuvre pratique des techniques de base et des appareillages utilisés en biologie moléculaire, biochimie, biologie cellulaire et électrophysiologie et savoir les appliquer aux différents aspects des Neurosciences.

Comprendre les concepts associés aux méthodes et outils couramment utilisés en Neurosciences.

Savoir évaluer la validité et les limites des méthodes et outils utilisés.

Respecter les bonnes pratiques de laboratoire, les règles essentielles en matière d'hygiène et de sécurité par rapport aux risques chimique, biologique et radioactif dans les laboratoires de biologie ainsi que les règles d'éthique de l'expérimentation animale.

Tenir un cahier de laboratoire

Pré-requis

Aucun

Informations complémentaires

UE destinée à la mise à niveau des compétences techniques et méthodologiques requises en Master de Neurosciences.

Unité d'Enseignement: Professional Insertion (joint master)

Objectifs en termes de connaissances

Le module insertion professionnelle fait appel à des professionnels de l'industrie pharmaceutique et est en partie pris en charge par la société Actelion basée à Alschwill (Suisse). Des présentations magistrales par plusieurs directeurs de la recherche et du développement visent à présenter le paysage de la recherche et les perspectives de carrière dans le secteur privé. Cela passe par la présentation de l'organisation des entreprises (de la big pharma et à la startup). Parmi les points abordés, la notion de confidentialité et de protection de l'innovation est tout particulièrement développée. La formation est ensuite articulée par un travail en petit groupe sous forme d'ateliers pour mettre en œuvre des procédures d'auto-évaluation des étudiants, devant finalement aboutir à un bilan de compétence. Un travail personnel est ensuite demandé aux étudiants afin de préparer un entretien d'évaluation et un entretien d'embauche. Ces deux entretiens sont organisés à l'occasion de la fin du semestre.

Objectifs en termes de compétences

L'étudiant doit être capable de connaître les différents acteurs de la recherche et sa future place au sein du tissu professionnel une fois le diplôme de master obtenu. Par sa connaissance des bonnes

pratiques professionnelles, il est capable de préparer et de mener une réunion de type « progress report », de se positionner face à un futur employeur quelque soit le secteur privé ou public de situation. A terme, l'objectif affiche est que l'étudiant soit capable de s'insérer rapidement et efficacement dans le monde du travail.

Informations complémentaires

Une partie des interventions aura lieu sur le site de l'entreprise Actelion.

Unité d'enseignement: Langues - MIS1

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.

Unité d'enseignement: Functional neuroanatomy and neurochemistry

Objectifs en termes de connaissances

Cette unité d'enseignement vise à mettre en place les grands systèmes neurophysiologiques en terme d'organisation neuroanatomique et neurochimique

* Neuroanatomie fonctionnelle

Ce cours vient compléter la partie Neurobiologie 2 de l'UE "Fundamentals of Neuroscience" (semestre 1) qui posait les bases anatomiques de l'organisation des structures nerveuses. Seront traités dans ce cours l'organisation des circuits sous-tendant les fonctions sensorielles, motrices, autonomes et émotionnelles/motivationnelles. L'accent sera mis sur les interactions entre ces systèmes en démontrant par exemple comment les informations sensorielles peuvent influencer les fonctions motrices et vice-versa ou comment les émotions peuvent modifier les fonctions autonomes.

* Neurochimie fonctionnelle

Ce cours fait suite de manière logique aux enseignements de Neurobiologie 1, 3 de l'UE "Fundamentals of Neuroscience" qui posaient les bases cellulaires et moléculaires de la synapse et de la neuropharmacologie des récepteurs impliqués dans la neurotransmission. Cet enseignement se partage entre cours magistraux et présentation des étudiants et s'articule selon un axe logique autour des différents types de neurotransmetteurs, de leur voie de biosynthèse, de signalisation et de recyclage. De plus l'accent est mis sur l'intégration des signaux à la synapse, et sur les fonctions physiopathologiques actualisées associées à ces différentes classes de neurotransmetteurs.

Objectifs en termes de compétences

Etre capable d'associer une fonction physiologique à des circuits neuroanatomiques et neurochimiques identifiés,

Comprendre les conséquences des manipulations expérimentales ou des pathologies sur les circuits anatomiques et les systèmes de neuromédiation,

Comprendre la réponse cellulaire intégrée sur la base de la nature des récepteurs présents à la membrane (pré- et post-synaptique),

Identifier la nature neurochimique des neurones à partir de marqueurs moléculaires adéquats pour mieux les associer aux techniques d'identification cellulaire.

Bibliographie

- Principles of Neural Science. Kandel ER, Schwartz, JH, Jessel TM eds. McGraw Hill
- Basic Neurochemistry: Molecular, Cellular, and Medical Aspects. Siegel GJ, Agranoff BW, Albers RW, Fisher SK & Uhler MD eds. Raven press

UniteEnseignement: Neuroscience laboratory rotations

Objectifs en termes de connaissances

Les rotations de laboratoires visent à affiner le projet professionnel des étudiants inscrits dans le parcours Joint Master in Neurosciences. L'objectif en matière de connaissances est d'acquérir des techniques et des pratiques potentiellement utiles au futur projet de l'étudiant. L'étudiant doit faire au moins 2 rotations et participer réellement à des micro-projets proposés par les maîtres de stage des équipes de recherche partenaires de la spécialité. Ces rotations sont essentielles pour que les étudiants confirment leur intérêt pour devenir des professionnels de la recherche en Neurosciences. De plus, l'intégration dans les laboratoires vise à confirmer leur éventuelle adaptabilité à la recherche et le niveau de responsabilité qu'ils sont à même de tenir (technicien supérieur, ingénieur, chercheur, administrateur ...).

Objectifs en termes de compétences

Les différentes compétences professionnelles que les étudiants seraient en droit d'acquérir sont les suivantes :

- Adaptation à un nouvel environnement de travail dans la recherche en Neurosciences
- Qualité des interactions avec les professionnels du domaine quelque soit leur niveau de responsabilité
- Motivation et créativité intellectuelle dans un travail d'équipe
- Indépendance et autonomie dans la réalisation d'un micro-projet
- Capacité à rendre compte de l'avancée de travaux expérimentaux en identifiant les points de blocage et les étapes clés
- Capacité à travailler avec un tuteur de proximité

Informations complémentaires

Les rotations de laboratoire sont un élément essentiel de la politique de recrutement des laboratoires de recherche car l'étudiant à l'occasion de montrer ses qualités avant un potentiel engagement sur un stage de recherche plus long (S4).

UniteEnseignement: Neurobiology of memory functions

Objectifs en termes de connaissances

Nos connaissances sur les mécanismes neurobiologiques de la mémoire et de la plasticité cérébrale se sont considérablement enrichies au cours de la dernière décennie, notamment à des niveaux d'analyse cellulaire et subcellulaire. L'enseignement aura pour objectif de dresser un tableau actuel (et constamment réactualisé) de ces connaissances. En prenant pour cadre conceptuel la théorie dite "standard" et celle des traces multiples de la consolidation d'une trace mnésique, cet enseignement s'appuiera principalement sur les démarches expérimentales menées chez l'animal (lésions, inactivations fonctionnelles réversibles, imagerie cérébrale, souris transgéniques...) pour aborder différents niveaux d'analyse des processus neurobiologiques qui sous-tendent la constitution d'une trace mnésique: Après une introduction générale qui posera la définition des différents concepts (systèmes de mémoire, encodage, consolidation, reconsolidation, rappel...), la mémoire et l'apprentissage seront abordés à l'échelle anatomo-fonctionnelle (principales structures et fonctions associées: hippocampe, cortex, cervelet, ganglions de la base, amygdale), cellulaire (modifications à long terme des propriétés fonctionnelles de systèmes neuronaux) et subcellulaire (voies de signalisations intracellulaires, biologie moléculaire, facteurs épigénétiques impliqués dans le traitement d'une trace mnésique ou/et la modification durable des propriétés fonctionnelles de réseaux neuronaux). Au vu du caractère largement cosmopolite de son auditoire, ce cours sera assuré en langue anglaise.

Objectifs en termes de compétences

Les étudiants intégreront une capacité à lire, comprendre et critiquer des publications de haut niveau sur les fonctions mnésiques, sur les approches qui permettent d'en comprendre les substrats et sur les mécanismes cellulaires et subcellulaires pouvant permettre au système nerveux de fixer durablement un souvenir. Les étudiants sauront comment on considère, aujourd'hui, que le système nerveux, grâce à l'énorme plasticité de bon nombre de réseaux neuronaux qui le forment, mobilise ses capacités i) d'ajustement de l'excitabilité synaptique, ii) de genèse ou d'élimination de nouvelles synapses, iii) de recrutement de neurones nouvellement générés ou de suicide programmé de neurones intégrés dans certains circuits, pour permettre à un organisme vivant, quel qu'il soit, de constituer une trace de ses expériences.

Pré-requis

Au minimum, des rudiments de neuroanatomie et des connaissances de base sur la physiologie du neurone (potentiel d'action, transmission et intégration synaptique du signal...) ainsi que sur les mécanismes de signalisation intracellulaire.

Bibliographie

- Koehl M, Abrous DN. A new chapter in the field of memory: adult hippocampal neurogenesis. *Eur J Neurosci.*, 2011, 33(6):1101-14.
- Squire LR. Memory and brain systems: 1969-2009. *J Neurosci.* 2009, 14;29(41):12711-6.
- Kasai et al. Structural dynamics of dendritic spines in memory and cognition. *Trends Neurosci.*, 2010, 33(3):121-9.
- Nader K, Hardt O. A single standard for memory: the case for reconsolidation. *Nat Rev Neurosci.*, 2009,10(3):224-34.

Informations complémentaires

Le support des cours magistraux (fichiers *.pptx) sera accessible sur Moodle et actualisé sur une base au minimum bimensuelle.

Unité Enseignement: Statistics applied to experimental neurobiology

Objectifs en termes de connaissances

Le cours abordera les points suivants : Concepts de base - Statistiques descriptives - Tests d'hypothèse - Tests paramétriques et non paramétriques courants - ANOVA à plusieurs facteurs - Choix du test statistique approprié. Le programme est spécialement adapté à des étudiants en biologie et aux problématiques spécifiques de cette discipline en matière de statistiques descriptives.

Objectifs en termes de compétences

Les étudiants doivent être en mesure de mettre en forme leurs données expérimentales, de choisir les tests les plus adaptés et de procéder aux différents calculs afin de tirer des conclusions sur leurs expériences. Ils seront formés à l'écriture de résultats et à la manière dont les résultats statistiques doivent être présentés.

Informations complémentaires

Un logiciel libre de droit appelé "R" sera mis à disposition et utilisable en salle de ressource pour les enseignements intégrés et les travaux dirigés. La formation sera dispensée par le centre de statistiques de l'Université de Strasbourg.

Unité Enseignement: Molecular and cellular neurobiology

Objectifs en termes de connaissances

L'objectif général de ce cours est de donner aux étudiants une vision intégrée des processus cellulaires et moléculaires impliqués dans la construction du système nerveux. Cette approche propose une analyse détaillée de ces processus à partir d'exemples de structures complexes du cerveau comme le cortex cérébral. L'enseignement portera ainsi à la fois sur les mécanismes de la différenciation neuronale (incluant le rôle des cellules souches neurales, la croissance et le guidage axonal) et la mise en place des synapses (synaptogenèse, récepteurs des neurotransmetteurs, bases moléculaires de la transduction). Les cours magistraux seront accompagnés de séances de cours intégrés portant sur une étude approfondie d'articles scientifiques illustrant les différentes parties du cours. Ce cours est organisé sous la forme d'un atelier intégrant sur une semaine bloquée les cours, les cours intégrés et les travaux pratiques. Ici, les TP permettront aux étudiants de réaliser une culture de neurones embryonnaires pour évaluer l'impact de différents substrats (2D/3D) sur la croissance axonale et la différenciation neuronale. Cette unité d'enseignement est dispensée en langue anglaise.

Objectifs en termes de compétences

A l'issue de cet enseignement les étudiants connaîtront les grands principes de la neurobiologie. Ils auront une vision détaillée des mécanismes moléculaires et cellulaires impliqués dans le développement et la maturation du système nerveux. Ils posséderont des bases solides pour l'analyse critique de documents scientifiques sur le sujet. Ils connaîtront les techniques de base pour la culture du tissu nerveux.

Unité Enseignement: Computational neuroscience FREIBURG

Objectifs en termes de connaissances

L'unité d'enseignement « computational neuroscience » est totalement délivrée par les enseignants de l'Université de Freiburg/Breisgau (Bernstein Center for Computational Neuroscience) et regroupe deux blocs de formation. Le premier est un enseignement théorique de neurophysiologie

sensorielle et motrice. Il présente le fonctionnement des réseaux de neurones dans les structures corticales et fait un point sur les connaissances en matière de neurophysiologie visuelle, somatosensorielle et des systèmes de l'audition. Ce cours est un préalable indispensable à la modélisation des réseaux de neurones qui président au fonctionnement cérébral. Le deuxième bloc, intitulé « systèmes et signaux » est dispensé en parallèle, et consiste en des travaux dirigés et des exercices d'application de neurosciences computationnelles. Il fait appel à un logiciel de simulation des neurones et des réseaux. Les étudiants sont associés en binôme avec des étudiants des masters de physique.

Objectifs en termes de compétences

Les étudiants sont capables de modéliser le fonctionnement des propriétés passives et actives des neurones isolés et placés dans un réseau simple. Ils peuvent prédire les réponses neurophysiologiques de ces réseaux suite à une stimulation sensorielle et le codage de cette information sur le plan individuel.

Informations complémentaires

Les étudiants sont mélangés avec des étudiants allemands inscrits en master de physique.

Unité d'enseignement: Neurobiology of the rhythms

Objectifs en termes de connaissances

Acquérir des connaissances fondamentales en neurobiologie des rythmes. Étudier les structures nerveuses centrales et neuroendocriniennes qui constituent le réseau assurant l'organisation rythmique des fonctions biologiques. Deux échelles de temps seront abordées dans le cours : les rythmes journaliers/circadiens et saisonniers.

Les notions suivantes seront développées : L'horloge principale hypothalamique : les Noyaux Suprachiasmatiques (SCN) et leur synchronisation; la rétine : voie d'entrée des signaux lumineux vers les SCN et exemple d'oscillateur secondaire ; distribution des messages rythmiques endocriniens à tout l'organisme ; synthèse et action de la mélatonine; rythmes saisonniers et photopériodisme; plasticité neuronale saisonnière et influence des stéroïdes sexuels.

Objectifs en termes de compétences

Les étudiants sauront analyser des articles scientifiques portant sur les rythmes biologiques; ils maîtriseront les concepts fondamentaux théoriques et pratiques permettant d'intégrer la notion de rythme biologique dans toute expérimentation animale.

Pré-requis

Connaissances en physiologie animale et/ou neuroendocrinologie niveau licence.

Informations complémentaires

Tous les enseignements ainsi que les évaluations de cette UE se font en anglais.

Unité d'enseignement: Langues - M1S2

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 d'enseignement: Neuroimmunology

Objectifs en termes de connaissances

Ce module reprend les bases fondamentales de l'immunologie cellulaire et moléculaire puis s'intéresse aux spécificités immunitaires du système nerveux central. Dans la première phase de cet enseignement les objectifs portent sur :

1. la connaissance du système immunitaire : depuis les molécules jusqu'à l'organisme entier, en passant par les cellules et les organes.
2. Le déroulement de la réponse immune innée et adaptative en insistant sur la coopération cellulaire entre cellules et sur l'intégration des deux systèmes (innée et adaptatif)
3. l'acquisition de notions fondamentales d'immunologie clinique : l'auto-immunité, le cancer, l'allergie.

La seconde partie s'intéresse plus précisément à la neuro-immunologie et s'appuie autour de

- 1- La connaissance des acteurs cellulaires de l'immunité cérébrale (microglie, astrocyte etc...)
- 2- L'évaluation des facteurs clés de la réaction immunitaire (cytokines et chémokines)
- 3- La connaissance des propriétés fonctionnelles de la barrière hémato-encéphalique

Objectifs en termes de compétences

Acquérir les techniques (pratiques et théoriques) indispensables à l'étude de la réaction immunitaire

- Comprendre le rôle de l'inflammation dans les processus de réaction immunitaire
- analyser les aspects auto-immunitaires et inflammatoires des pathologies du système nerveux central

Informations complémentaires

Cette unité d'enseignement est mutualisée avec d'autres parcours

Unité d'enseignement: Genetic animal models

Objectifs en termes de connaissances

Modèles génétiques chez la souris

- Animaux transgéniques
- Recombinaison homologue
- Knockout Conventionnel

- Knockout et restauration conditionnels

- Knock-in

Modifications génétique chez le rat

- Knockout par Zinc Finger Nuclease

- Knockout par recombinaison homologue

ARN interférence chez l'animal entier

Phénotypage des animaux génétiquement modifiés

- Analyse à l'échelle cellulaire et chez l'animal entier

- Comportement, physiologie, pathologie et pharmacologie

Rappels de biologie moléculaire and cellulaire : analyse ADN, quantification de l'expression des gènes à l'échelle ARNm et protéine

Objectifs en termes de compétences

Maîtriser des différents types de modification génétique

Comprendre un article scientifique en biologie qui comprend des modèles génétique, de la manipulation de l'ADN jusqu'à la physiologie, la pathologie et le comportement de l'animal

Comprendre les études précliniques utilisant des modèles génétiques animaux

Présenter à l'oral une publication scientifique avec la présentation du contexte, les approches génétiques et moléculaires, l'analyse des résultats et une discussion critique

Pré-requis

Connaissances de base de biologie moléculaire et cellulaire

Bibliographie

Trends in Pharmacological Science, Trends in Biotechnology, Trends in Neuroscience,

Nature Review in Drug Discovery, Nature Review in Neuroscience, Nature Review in Genetics

Informations complémentaires

Les enseignements sont dispensés en anglais

Unité d'enseignement: Journal club exercises (Joint master)

Objectifs en termes de connaissances

Cette unité d'enseignement se compose de trois analyses d'article (« journal club ») de difficulté progressive choisis parmi les publications les plus récentes et à fort impact dans la communauté des Neurosciences. Les étudiants sont amenés à élaborer des mini-synthèses en respectant des règles éditoriales strictes. Leurs manuscrits sont évalués par un comité scientifique composés de 3 à 4 professionnels qui jugent le travail et rédigent un rapport circonstancié sur les points critiques à améliorer (à l'image d'un peer-review de manuscrit soumis pour publication). Ce module a un double objectif : affiner la capacité de l'étudiant à analyser les données bibliographiques et mettre l'étudiant en situation réelle de rédaction d'article scientifique.

Au travers ce travail, les objectifs en terme de connaissance sont :

- Vérifier la capacité de l'étudiant à extraire l'information scientifique (théorique et pratique) contenue dans des publications scientifiques originales

- Veille technologique (Acquisition théorique de techniques de pointe utilisées en neurosciences)
- Tester la capacité de l'étudiant à analyser de façon critique les résultats expérimentaux afin d'en extraire les avancées majeures dans le domaine.
- Apprendre à l'étudiant à partager l'information scientifique de manière rigoureuse mais synthétique
- Confronter l'étudiant aux difficultés liées à la publication du travail scientifique

Objectifs en termes de compétences

Considérant les objectifs affichés de ce module en matière de connaissance, les compétences acquises sont :

1. Méthode de lecture rapide d'articles scientifiques originaux
2. Ecriture scientifique en langue anglaise et interaction avec un comité éditorial
3. Acquisition théorique de techniques de pointe utilisées en neurosciences et des différentes façons d'exposer des résultats (graphiques, tableaux, photographies, schémas) et mise en forme de figures intégrées.
3. Utilisation des outils informatiques de publication en vue de préparer l'examen final

Bibliographie

publication des travaux des étudiants du parcours:

Tobias A, Saxena M, Lelievre V. [CDK5: the "pathfinder" for new born neurons in adult hippocampus?](#) Cell Adh Migr. 2009 Oct-Dec;3(4):319-21.

Informations complémentaires

Les manuscrits sont rédigés en anglais. Il se compose d'une partie rédactionnelle, de figures légendées et d'une bibliographie restreinte. A l'issue du troisième journal club, les meilleures mini-synthèses sont choisies et leurs auteurs sont invités à mettre en commun leur travail afin de soumettre leur manuscrit pour publication dans une revue internationale à comité de lecture (ex Tobias et al., Cell Adh Migrat, 2009).

Unité Enseignement: Mid-term report (Joint master)

Objectifs en termes de connaissances

Ce module préparatoire au stage obligatoire de M2S4 a pour objectif de vérifier et d'évaluer la bonne intégration (thématique et bibliographique) de l'étudiant au sein de son laboratoire d'accueil. Les objectifs avérés de ce module sont de :

1. Vérifier la capacité de l'étudiant à rechercher et trier l'ensemble des données bibliographiques disponibles dans son domaine et son sujet de travail.
2. Tester les connaissances théoriques acquises dans le domaine sur les bases de cette recherche bibliographique
3. Elaboration en accord avec le maître de stage d'un projet de recherche en adéquation avec la thématique du laboratoire d'accueil
4. Acquérir la méthodologie du laboratoire d'accueil pour l'utiliser à bon escient pour réaliser son projet
5. Identifier les limites de la connaissance dans son domaine et les formuler en termes d'hypothèses de travail

6- Développer le sens critique de l'étudiant nécessaire face aux problèmes liés à l'expérimentation et à l'analyse des données expérimentales

Objectifs en termes de compétences

- Acquérir la maîtrise des outils informatiques nécessaires à la récupération, au tri (data mining) et à la mise en forme (gestion, stockage et création de bibliothèque) des données bibliographiques indispensables à la compréhension globale du projet de recherche
- Développer les Bonnes Pratiques de Laboratoire en matière d'expérimentation animale, de métrologie, de sécurité et de gestion des déchets.
- Apprendre le savoir faire technique (pratique et théorique) indispensable à la réalisation du projet
- Récupérer les données brutes expérimentales et apprendre à les exploiter et les visualiser à l'aide des outils informatiques adaptés
- Maîtriser les outils informatiques de partage de l'information écrite et visuelle

Pré-requis

Bibliographie

Des exemplaires de mémoires des années précédentes sont consultables sur demande pour aider les étudiants dans la rédaction.

Informations complémentaires

Le mémoire est rédigé en anglais. Il se compose d'une partie rédactionnelle, de figures légendées et d'une bibliographie restreinte. Les étudiants étant répartis dans des laboratoires éloignés géographiquement de Strasbourg, ils bénéficient d'un référent local attribué en début de stage.

Unité d'Enseignement: Stage S4 en Neurosciences

Objectifs en termes de connaissances

Le stage a pour objectif une formation à la recherche et par la recherche dans un laboratoire reconnu de Neurosciences. Il s'effectue dans une équipe d'accueil d'une unité de recherche, ou dans un service d'accueil d'une entreprise, rattachés à la spécialité de master Neurosciences. Toutefois, avec l'accord du responsable de la spécialité il peut également s'effectuer dans d'autres équipes/services d'accueil en France ou à l'étranger.

Le stage porte sur la conception et la réalisation d'un travail expérimental sur un sujet original (inscrit dans le cadre d'une recherche en cours) choisi en accord avec le responsable de l'équipe d'accueil. L'étudiant sera intégré dans l'équipe de recherche et y acquerra des connaissances générales sur la/les thématiques traitées et spécifiques sur le sujet de recherche. Il participera en outre aux activités du laboratoire (séminaires, conférences, réunions de travail).

Le travail de recherche donnera lieu à la rédaction d'un mémoire et à une soutenance orale.

Objectifs en termes de compétences

Acquérir les bases méthodologiques, pratiques et conceptuelles nécessaires à la mise en oeuvre d'un projet de recherche en Neurosciences.

- Développer des hypothèses de travail à partir de résultats expérimentaux et établir des stratégies permettant de valider ces hypothèses.
- Maîtriser une ou plusieurs techniques de Neurosciences.
- Savoir extraire des données des résultats expérimentaux et utiliser des outils d'analyse adéquats.

- Communiquer des connaissances scientifiques par écrit et à l'oral
- S'intégrer dans une équipe de recherche et en comprendre le fonctionnement.

Informations complémentaires

Le choix du stage S4 s'effectue au tout début de la deuxième année de Master. Une liste de sujets de stage associant une équipe/service d'accueil est alors proposée par le responsable de la spécialité et les responsables de parcours. La recherche de stage peut également être laissée à l'initiative de l'étudiant (stage en entreprise par exemple).