

Master Mention Sciences du vivant, Spécialité Neurosciences, Parcours Neurosciences cellulaires et intégrées

Type	Nom
Parcours	Neurosciences cellulaires et intégrées
Semestre	Semestre 1 du Master spécialité Neurosciences, parcours Neurosciences Cellulaires et Intégrées
Groupe d'unités d'enseignement	UE obligatoires Master spécialité Neurosciences M1S1, communes au parcours NCI et NCO Obligatoire
Unité d'enseignement	Initiation à la démarche scientifique en Neurosciences
Unité d'enseignement	Neuroanatomie et Neurochimie
Unité d'enseignement	Introduction aux Neurosciences cognitives
Unité d'enseignement	Statistiques appliquées aux Neurosciences
Unité d'enseignement	Langues - M1S1
Semestre	Semestre 2 du Master spécialité Neurosciences, parcours Neurosciences Cellulaires et Intégrées
Groupe d'unités d'enseignement	UE obligatoires Master spécialité Neurosciences M1S2. Communes aux parcours NCI et NCO Obligatoire
Unité d'enseignement	Neurophysiologie sensorielle et motrice
Unité d'enseignement	Ateliers techniques en Neurosciences
Unité d'enseignement	Troubles cognitifs et comportementaux dans des modèles animaux de pathologies neurodégénératives
Unité d'enseignement	Neurobiologie cellulaire et moléculaire
Unité d'enseignement	Insertion professionnelle
Groupe d'unités d'enseignement	UE optionnelles Master spécialité Neurosciences M1S2. Parcours NCI Obligatoire dans liste : 9 crédits à atteindre
Unité d'enseignement	Immunologie perfectionnement
Unité d'enseignement	Aspects cliniques des Neurosciences
Unité d'enseignement	Conférences Neurex
Unité d'enseignement	Histoire et épistémologie des Neurosciences
Unité d'enseignement	Neurobiologie des rythmes
Unité d'enseignement	Neuroimmunology
Unité d'enseignement	Genetic animal models
Unité d'enseignement	Ouverture professionnelle
Semestre	Semestre 3 du Master spécialité Neurosciences, parcours Neurosciences Cellulaires et Intégrées
Groupe d'unités d'enseignement	UE obligatoires Master spécialité Neurosciences M2S3, communes aux parcours NCI et NCO Obligatoire
Unité d'enseignement	Préparation au stage S4 en Neurosciences
Unité d'enseignement	Langues - M2S3
Groupe d'unités d'enseignement	UE obligatoires Master Spécialité Neurosciences M2S3, parcours NCI Obligatoire

Type	Nom
Unité d'enseignement	Communications nerveuses
Unité d'enseignement	Neuropharmacologie cellulaire et intégrée
Groupe d'unités d'enseignement	UE optionnelles Master spécialité Neurosciences M2S3, parcours NCI Obligatoire dans liste : 12 crédits à atteindre
Unité d'enseignement	Cognition animale
Unité d'enseignement	Plasticité cérébrale
Unité d'enseignement	Imagerie cellulaire et tissulaire
Unité d'enseignement	Douleur: sensation, émotion, cognition
Unité d'enseignement	Neuropathologie clinique, génétique et moléculaire
Unité d'enseignement	Génétique génomique en Neurosciences
Unité d'enseignement	Neuroimagerie
Unité d'enseignement	Ouverture professionnelle (3, M2S3)
Semestre	Semestre 4 du Master spécialité Neurosciences, parcours Neurosciences Cellulaires et Intégrées
Groupe d'unités d'enseignement	UE obligatoires Masterspécialité Neurosciences M2S4; communes aux parcours NCI, NCO et JMN Obligatoire
Unité d'enseignement	Stage S4 en Neurosciences

Parcours: Neurosciences cellulaires et intégrées

Objectifs en termes de connaissances scientifiques

Le parcours Neurosciences Cellulaires et Intégrées (NCI) vise à former des scientifiques dotés d'une solide formation pluridisciplinaires dans les principaux domaines des Neurosciences. Parmi les trois parcours de la spécialité Neurosciences, le parcours NCI est le plus généraliste. La plupart des dimensions des Neurosciences sont abordées au sein d'UEs obligatoires communes aux parcours NCI et NCO (UEs Neuroanatomie et Neurochimie; Introduction aux Neurosciences Cognitives; Neurophysiologie Sensorielle et Motrice; Neurobiologie Cellulaire et Moléculaire). Tandis que la parcours NCO comporte plusieurs enseignements approfondis sur les aspects cognitifs, ceux ci sont présents mais moins nombreux pour le parcours NCI, ce qui permet aux étudiants, outre de suivre des UEs spécifiques approfondissant des aspects moléculaires, cellulaires et pharmacologiques (UEs Communication Nerveuses, Neuropharmacologie Cellulaire et Intégrée), de choisir parmi un panel d'UEs optionnelles diversifiées couvrant les différents niveaux d'approches, du moléculaire au plus intégré avec une ouverture importante sur la clinique (Aspects Cliniques des Neurosciences; Neuropathologie Clinique, Génétique et Moléculaire; Genetic Animal Models, Neuroimmunology; Neurobiologie des Rythmes...).

Objectifs en termes de compétences (ou de compétences professionnelles)

Compétences scientifiques disciplinaires

- utiliser les méthodes, outils et concepts des différents champs disciplinaires abordés
- élaborer et rédiger un protocole expérimental dans le domaine des Neurosciences cellulaires et intégrées
- élaborer un plan expérimental dans le domaine des Neurosciences couvrant différents niveaux d'approche (moléculaire, cellulaire, intégré)
- analyser et critiquer des résultats expérimentaux et/ou des protocoles d'expériences dans le domaine des Neurosciences

- interpréter des résultats expérimentaux dans le domaine des Neurosciences et les replacer dans un contexte physiologique

Compétence scientifiques générales

- réaliser une recherche bibliographique (utiliser des logiciels appropriés)
- étudier et présenter des documents scientifiques (résumés de congrès, articles, communications affichées)
- manipuler des outils permettant l'analyse de données expérimentales (tests statistiques spécifiques, ...)
- maîtriser l'anglais scientifique

Compétences transversales

- travailler en autonomie
- travailler en équipe : s'intégrer, se positionner, collaborer
- réaliser une étude : poser une problématique ; construire et développer une argumentation ; interpréter les résultats ; élaborer une synthèse ; proposer des prolongements.
- effectuer une recherche d'information : préciser l'objet de la recherche, identifier les modes d'accès, analyser la pertinence, expliquer et transmettre.
- communiquer: rédiger clairement, préparer des supports de communication adaptés, prendre la parole en public et commenter des supports

Unité Enseignement: Initiation à la démarche scientifique en Neurosciences

Objectifs en termes de connaissances

L'UE Initiation à la Démarche Scientifique en Neurosciences est un élément clé dans le dispositif pédagogique de la formation. Il s'agit, dès l'entrée en Master, de confronter les étudiants à la diversité des Neurosciences en termes conceptuels et techniques. Pour ceci, les étudiants, par groupes de 4 ou 5 encadrés par deux tuteurs pédagogiques, travaillent tout au long du semestre à l'élaboration d'un projet scientifique incluant plusieurs niveaux d'analyse (cellules, réseau/circuit, organisme entier normal et/ou pathologique) et des approches techniques variées et complémentaires.

En pratique, et chronologiquement, il s'agit plus précisément de :

- 1) présenter un thème de recherche, qui est attribué à chaque groupe, dans un contexte général (état des lieux de la question dans les ouvrages et les journaux de vulgarisation scientifique),
- 2) analyser et critiquer des articles scientifiques de la thématique,
- 3) acquérir les connaissances de bases, les principes et les limites des grands types de techniques utilisées en Neurosciences (électrophysiologie *in vitro* et *in vivo*, techniques morphofonctionnelles, techniques biochimiques et de biologie moléculaire, imagerie cellulaire et imagerie cérébrale *in vivo*, techniques comportementales, pharmacologie ...) par un séjour dans un ou deux laboratoires de Strasbourg pour une approche plus concrète,
- 4) concevoir un projet de recherche, basé sur des hypothèses précises à partir de la littérature récente, structuré en terme de démarche expérimentale, et faisable en termes de temps, de matériel et de coût. Ce dernier point est initié dès les premières semaines du semestre par le biais de discussions avec les tuteurs pédagogiques.

Chacun de ces éléments donne lieu à une présentation orale devant l'équipe pédagogique (ensemble des tuteurs) et l'ensemble de la promotion ce qui permet à chaque étudiant d'acquérir des

connaissances au travers des présentations des autres groupes.

Dans les semaines sans présentation orale, les groupes rencontrent leurs tuteurs pédagogiques (4h/semaine) pour un suivi régulier de l'avancement du projet et des difficultés rencontrées.

L'un des points forts de cette UE est d'initier les étudiants à la problématique et aux contraintes auxquelles sont soumis les chercheurs dans leur laboratoire, surtout lorsqu'ils doivent développer un projet de recherche innovant dans un domaine nouveau pour eux.

Par ailleurs, ce dispositif permet aux étudiants de tisser rapidement des liens entre eux ainsi qu'avec les enseignants-chercheurs et chercheurs intervenant dans la discipline.

Enfin, ce stage permet de construire le parcours individuel de chaque étudiant en l'accompagnant dans le choix des UE optionnelles en fonction de son projet pour le M2 et ensuite le Doctorat.

Objectifs en termes de compétences

- Concevoir un projet scientifique en Neurosciences
- Savoir recueillir une information scientifique, l'analyser et la synthétiser,
- Effectuer un travail en groupe,
- Evaluer de manière objective la faisabilité d'un projet de recherche,
- Acquérir une vision d'ensemble des concepts et des objectifs des Neurosciences,
- Présenter oralement des données de la littérature, les principes et limites d'une technique, un projet de recherche

Unité d'Enseignement: Neuroanatomie et Neurochimie

Objectifs en termes de connaissances

Cette unité d'enseignement vise à donner aux étudiants les bases de l'organisation anatomique et neurochimique du système nerveux, nécessaire à toute étude concernant son fonctionnement. Les deux parties neuroanatomique et neurochimique sont abordées dans deux séries de cours magistraux distincts, mais largement complémentaires. Ainsi, l'analyse anatomique des grandes structures tient compte de leurs spécificités neurochimiques, et les grands systèmes de neurotransmissions sont replacés dans leur contexte neuroanatomique

Des séances de cours intégrés et de travaux pratiques permettent de familiariser les étudiants avec la morphologie externe des encéphales de mammifères et l'analyse macroscopique et microscopique des structures (maquettes démontables de cerveau humain, échantillons fixés de différentes espèces, coupes histologiques, ressources informatiques).

* Neuroanatomie descriptive et fonctionnelle : 1) au cours du développement : système nerveux et organes des sens 2) chez l'adulte : moelle épinière, grands systèmes du tronc cérébral (nerfs crâniens, formation réticulée), cervelet, grands systèmes du cerveau antérieur (système thalamo-cortical, ganglions de la base, hypothalamus, système limbique).

* Neurochimie : présentation des grandes familles de neuromédiateurs (classiques, " nouveaux ", peptides). Etude détaillée (localisation, métabolisme, effets biologiques, physiopathologie) de quelques neuromédiateurs principaux (dopamine, acétylcholine, GABA, glutamate, enképhaline).

Objectifs en termes de compétences

Savoir s'orienter dans le système nerveux

Savoir manipuler les concepts de neuroanatomie et neurochimie pour étudier une fonction ou une pathologie du système nerveux.

Savoir utiliser la neuroanatomie et la neurochimie en tant qu'outils d'investigation scientifique
Comprendre le fonctionnement d'un circuit neuronal à partir des données neuroanatomiques et neurochimiques, et en extraire des hypothèses fonctionnelles

Bibliographie

- E.R. Kandel, J.H. Schwartz, T.M. Jessel, Principles of Neural Science, McGraw Hill
- W. Kahle, M Frotscher. Atlas de poche d'anatomie, Tome 3 : Système nerveux et organes des sens, 4^{ème} édition, Flammarion-Médecine –Sciences
- D. E. Haines. Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications. 3ème édition; Churchill Livingstone

Informations complémentaires

La description neuroanatomique des structures nerveuses représente une somme considérable d'informations, basées sur une nomenclature complexe, peu intuitive, voire obscure. Il est d'usage de définir une neuroanatomie descriptive concernant la localisation, les limites et l'organisation morphologique des structures, et une neuroanatomie fonctionnelle (ou neuroanatomie des systèmes) portant sur la manière dont les connexions entre les structures sous-tendent les fonctions nerveuses. Dans cette unité d'enseignement, nous avons fait le choix de limiter autant que faire se peut la partie purement descriptive de manière à favoriser la compréhension des circuits par l'étudiant plutôt que l'apprentissage par coeur du nom des structures, qui peuvent toujours être retrouvées dans un atlas.

Unité d'Enseignement: Introduction aux Neurosciences cognitives

Objectifs en termes de connaissances

Connaître et comprendre comment sont étudiées les bases neurobiologiques des fonctions cognitives à partir des approches de la psychologie cognitive, de la neuropsychologie et de la neurobiologie

Le cours aborde les points suivants.

1. Introduction à la psychologie cognitive et présentation des principales théories cognitives
2. Les méthodes de mesure des fonctions cognitives.

Cette partie du cours passera en revue les principaux outils de mesures de la cognition utilisés chez l'Homme.

3. Modélisation de la cognition

Présentation des principaux modèles connexionnistes de la cognition (Perceptron, Kohonen...)

4. Attention

Présentation des conceptions actuelles sur l'attention à partir des études de psychologie et de neurosciences cognitives. Paradigmes expérimentaux et grandes théories actuelles de l'attention. Causes (ou conditions) et mécanismes de l'attention. Quelques troubles de l'attention

5. Langage

Présentation de la reconnaissance visuelle des mots : paradigmes expérimentaux, étapes de traitement et régions cérébrales impliquées.

6. Mémoire humaine

Cadres théoriques actuels de la mémoire : les contributions conceptuelles de Martin Conway et Endel Tulving seront développées en détail et celles d'Alain Baddeley seront commentées.

La mémoire dans le temps subjectif : sur la base des cadres théoriques exposés précédemment, la seconde partie de ce cours abordera le voyage mental dans le temps. Cette spécificité de la mémoire humaine sera développée à partir de l'oeuvre d'Endel Tulving et Michael Corballis.

7. Mémoire chez l'animal

Présentation des principaux paradigmes permettant l'évaluation des fonctions mnésiques et des différentes approches utilisées pour étudier l'organisation neuroanatomique des systèmes de mémoire chez l'animal

Objectifs en termes de compétences

- analyser et critiquer des résultats expérimentaux et/ou des protocoles d'expériences dans le domaine des neurosciences cognitives

interpréter des résultats expérimentaux dans le domaine des neurosciences cognitives

être capable d'élaborer un plan expérimental dans le domaine des neurosciences cognitives

Unité d'Enseignement: Statistiques appliquées aux Neurosciences

Objectifs en termes de connaissances

Techniques d'analyses statistiques :

Analyse de la variance pour des plans d'expériences simples et complexes.

Comparaisons analytiques (tests a priori et a posteriori de comparaisons de moyennes)

Régression linéaire simple.

Régression linéaire multiple.

Utilisation de logiciels de statistiques. :

Les cours théoriques seront complétés par des travaux dirigés sur logiciels de statistiques (Statistica).

Objectifs en termes de compétences

- Autonomie dans le choix d'outils statistiques pertinents et dans l'analyse de données.
- Utilisation de logiciels de statistiques pour l'analyse de données.

Unité d'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.

Unité d'Enseignement: Neurophysiologie sensorielle et motrice

Objectifs en termes de connaissances

Etude du fonctionnement intégré du système nerveux tout en s'appuyant sur les développements récents des mécanismes cellulaires et moléculaires ainsi que de l'imagerie cérébrale dans le contexte des systèmes sensoriels et moteurs.

Cours :

Neurophysiologie motrice : muscle squelettique et propriocepteurs, réflexes médullaires, contrôle central de la posture et de l'équilibre, locomotion, les mouvements intentionnels, les fonctions motrices du cervelet et des ganglions de la base.

Neurophysiologie sensorielle : Physiologie générale des systèmes sensoriels, la somesthésie, la vision, l'audition.

Bases physiologiques des techniques d'imagerie cérébrale.

Objectifs en termes de compétences

Savoir analyser et critiquer des résultats expérimentaux et/ou des protocoles d'expérience dans le domaine de la neurophysiologie (données électrophysiologiques, anatomiques, morphofonctionnelles, pharmacologiques)

Pré-requis

Physiologie Cellulaire, Neuroanatomie et Neurochimie

Unité d'Enseignement: Ateliers techniques en Neurosciences

Objectifs en termes de connaissances

L'objectif général de cette unité d'enseignement est de donner aux étudiants une formation pratique aux principales techniques utilisées pour la recherche en Neurosciences. Ainsi, les étudiants devront mener un projet de recherche intégrant des techniques complémentaires (culture de tissu nerveux, immunohistochimie appliquée au système nerveux, électrophysiologie, microscopie, chirurgie stéréotaxique, télémetrie, comportement, etc...) afin de mieux appréhender la dimension intégrée des recherches en Neurosciences. Cet apprentissage pratique sera accompagné par un nombre limité de cours intégrés destinés à présenter les bases théoriques des techniques abordées ainsi que les méthodes d'analyses inhérentes. Cet enseignement sera présenté sous la forme d'ateliers techniques organisés en continu et en parallèle pendant une période de 3 semaines bloquées. Les étudiants rédigeront pendant cette période pratique un cahier de laboratoire dans lequel seront consignés les protocoles et les résultats obtenus.

Objectifs en termes de compétences

Les étudiants devront acquérir les bases nécessaires à la mise en application des différentes techniques abordées dans le cadre de leurs propres projets de recherche. Ils devront être capables d'en apprécier les avantages et les inconvénients, de rédiger un protocole expérimental dérivé des protocoles proposés dans les ateliers, de comprendre et critiquer les protocoles décrits dans des articles scientifiques et d'analyser les résultats obtenus et de les interpréter. Enfin, les étudiants apprendront comment rédiger un cahier de laboratoire selon les bonnes pratiques de laboratoire.

Unité d'Enseignement: Troubles cognitifs et comportementaux dans des modèles animaux de pathologies neurodégénératives

Objectifs en termes de connaissances

Comprendre en quoi les modèles animaux de maladies neurodégénératives sont des outils cruciaux pour appréhender les mécanismes pathologiques, expliquer les troubles associés et espérer traiter ces derniers.

Cette UE illustre comment les connaissances physiopathologiques, comportementales et cognitives décrites chez l'Homme pour un certain nombre de pathologies neurodégénératives permettent l'élaboration de modèles animaux. Après une présentation des principes théoriques de construction d'un modèle animal, de ses différents critères de validité, et notamment de ses limites, les cours abordent plusieurs maladies dans un ordre de complexité symptomatologique croissante : la sclérose latérale amyotrophique, la maladie de Parkinson, la Chorée de Huntington et la maladie d'Alzheimer, et présentent pour chacune plusieurs modèles qui lui sont rattachés, dont ceux d'animaux transgéniques. Chacun d'entre eux fait l'objet d'une analyse critique qui souligne ses avantages, ses inconvénients et ses limites d'application.

Les cours magistraux s'accompagnent de travaux dirigés au cours desquels les étudiants exposent et critiquent la démarche expérimentale utilisée par des chercheurs lors de la présentation d'une synthèse inspirée par deux articles scientifiques portant sur un modèle animal commun d'une pathologie neurodégénérative, mais livrant des résultats non pleinement concordants.

Objectifs en termes de compétences

- analyser de manière critique la validité d'un modèle animal de maladie neurodégénérative
- analyser et interpréter les résultats expérimentaux dans le domaine du comportement
- élaborer une capacité à interroger des résultats expérimentaux précis en mesurant leur portée à l'aune des forces et des faiblesses théoriques et pratiques d'un modèle animal

Pré-requis

UE Introduction des neurosciences cognitives (M1S1 Neurosciences)

UE Neuroanatomie et Neurochimie (M1S1 Neurosciences)

Bibliographie

Dillin A, Cohen E. Ageing and protein aggregation-mediated disorders: from invertebrates to mammals. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2011 Jan 12;366(1561):94-8.

Langui D, Lachapelle F, Duyckaerts C. Animal models of neurodegenerative diseases. *Med Sci (Paris)*. 2007 Feb;23(2):180-6.

Phillips W, Michell A, Pruess H, Barker RA. Animal models of neurodegenerative diseases. *Methods Mol Biol*. 2009;549:137-55.

Trancikova A, Ramonet D, Moore DG. Genetic mouse models of neurodegenerative diseases. *Prog Mol Biol Transl Sci*. 2001; 100: 419-482.

Informations complémentaires

Le cours est suivi d'une table ronde (2h) entre les étudiants et tous les intervenants. Celle-ci sera l'occasion d'un échange autour des points critiques relatifs à la modélisation des maladies neurodégénératives (forces, faiblesses, espèces les plus adaptées au niveau d'analyse abordé, niveau d'homologie entre pathologies et modèles...).

UniteEnseignement: Neurobiologie cellulaire et moléculaire

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) et des réseaux de neurones (Transduction et intégration du signal dans les neurones). Les cours magistraux seront accompagnés de séances de travaux dirigés portant sur une étude approfondie d'articles scientifiques illustrant les différentes parties du cours.

Dans le cadre de la mutualisation des travaux pratiques, les étudiants auront l'occasion d'aborder les approches techniques liées à ce cours sous la forme d'ateliers de culture de cellules nerveuses.

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.

UniteEnseignement: 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

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

Unité d'Enseignement: Aspects cliniques des Neurosciences

Objectifs en termes de connaissances

L'UE Aspects Cliniques des Neurosciences a pour objectif de permettre aux étudiants de confronter les connaissances théoriques acquises en Neurosciences à leurs applications cliniques diagnostiques et thérapeutiques médicales en milieu hospitalier.

L'enseignement, dispensé au sein même du service hospitalier spécialisé, se compose d'un cours magistral dédié à la thématique abordée puis de travaux dirigés ciblés sur celle-ci.

L'enseignement est axé sur 3 thèmes :

- Neuroanatomie et neurochirurgie :
- imagerie du système nerveux central, principes et interprétation de l'iconographie normale et pathologique
- neurochirurgie stéréotaxique, tumeurs cérébrales, neurochirurgie fonctionnelle
- Neurologie :
- pathologies neurologiques dégénératives, épilepsie
- sommeil humain normal et pathologique

- douleur : physiopathologie, séméiologie, évaluation et traitement
- Psychiatrie :
- troubles du développement neuropsychique chez l'enfant
- approche neuropharmacologique des pathologies psychiatriques
- découverte des psychoses en milieu hospitalier

A l'issue de cet enseignement, les étudiants auront acquis des connaissances dans l'approche clinique, diagnostique et thérapeutique des pathologies neurologiques et psychiatriques étudiées.

Objectifs en termes de compétences

Il s'agit d'une initiation aux applications de la neurobiologie à l'homme et à la pratique médicale destinée à de futurs chercheurs ou à des personnes qui seront employées dans la qualification, la production ou la vente d'appareillages ou de médicaments destinés à la médecine.

Les étudiants seront capables de décrire et d'identifier les différents types d'imagerie du système nerveux central et de reconnaître la symptomatologie des pathologies neurologiques et psychiatriques abordées dans l'enseignement.

Informations complémentaires

Le nombre de places est limité à 12 étudiants en raison des capacités d'accueil restreintes des services cliniques hospitaliers.

L'UE n'est pas accessible aux étudiants en médecine inscrits au Master Neurosciences puisqu'il s'agit d'une initiation à l'approche clinique pour des étudiants de formation scientifique.

Unité d'Enseignement: Conférences Neurex

Objectifs en termes de connaissances

L'objectif de l'unité d'enseignement est d'offrir aux étudiants la possibilité de bénéficier d'une expérience d'immersion professionnelle dans un congrès scientifique international pour avoir une vision pluridisciplinaire et translationnelle sur les recherches en neurosciences. Pour aider les étudiants à tirer le maximum de profit du congrès, un travail encadré préparatoire se fera dans des séries de cours et travaux dirigés avant le congrès. Après le jour du congrès, d'autres séances de cours et travaux dirigés seront consacrées à des analyses critiques et à des synthèses en groupe. Les étudiants réaliseront également un travail personnel avant et après le jour du congrès.

L'enseignement s'appuie fortement sur les séries de congrès ou workshops internationaux organisés par le réseau Neurex qui est une structure tri-nationale de recherche en neurosciences associant les villes de Bâle (Suisse), Freiburg (Allemagne), Rouffach et Strasbourg (France). L'occasion est également donnée aux étudiants de découvrir le potentiel de recherche offert par le réseau Neurex ainsi que la diversité des thématiques et programmes faisant l'objet d'études dans les laboratoires membres du réseau.

Objectifs en termes de compétences

En termes de compétences, le but de l'unité d'enseignement est d'aider les étudiants à acquérir la capacité d'élaborer et de présenter un compte-rendu en français sur des conférences, séminaires ou congrès qui se sont déroulés en langue anglaise.

Unité d'Enseignement: Histoire et épistémologie des Neurosciences

Objectifs en termes de connaissances

Le cours propose aux étudiants de suivre le cheminement des idées et des pratiques des savants

occidentaux aux XIX^e et XX^e siècles en s'appuyant sur la lecture des textes fondateurs sur les sciences de l'esprit ou du cerveau. Par une perspective historique, le cours suscite une réflexion sur les fondements et les enjeux actuels de la pratique scientifique moderne dans le domaine des neurosciences. Les thèmes principaux abordés dans l'UE sont les suivants : la découverte du cerveau, entre forme et fonction ; de la physiologie des réflexes à l'histoire de la neurotransmission, une histoire de l'hystérie, la révolution thérapeutique des maladies mentales ; psychiatrie et anti-psychiatrie : une histoire de l'asile ; une histoire de l'attachement de Lorenz à Bowlby, l'essor des neurosciences après 1945.

Objectifs en termes de compétences

Ce cours a pour objectif d'apporter à l'étudiant une connaissance approfondie de certains thèmes de l'histoire et de la philosophie des neurosciences. A partir de la recherche et de l'étude de documents scientifiques, ce cours vise à développer chez l'étudiant une capacité à établir des liens entre les neurosciences et les humanités. Par exemple, l'analyse des formes de la découverte scientifique et des obstacles qu'elle rencontre devrait permettre aux étudiants en neurosciences de mieux situer leur pratique dans l'univers culturel et social qui est le nôtre. Par ailleurs, cette réflexion historique et philosophique a pour objet de développer un regard critique sur les enjeux éthiques de la recherche relative aux structures et au fonctionnement du cerveau (agressivité, pathologies neurodégénératives, mémoire et oubli, etc.).

Bibliographie

- BARBARA, J.-G., *La naissance du neurone : la constitution d'un objet scientifique au XX^e siècle*, Paris, Vrin, 2010.
- CHERICI, C. & DUPONT, J.-C., *Les querelles du cerveau. Comment furent inventées les neurosciences*, Paris, Vuibert, 2008.
- CLARKE, E. & JACYNA, L. S., *Nineteenth-Century Origins of Neuroscientific Concepts*, Berkeley, Los Angeles & London, University of California Press, 1992.
- DUPONT, J.-C., *Histoire de la neurotransmission*, Paris, PUF, 1999.
- EDELMAN, N., *Les Métamorphoses de l'hystérie*, Paris, La Découverte, 2003.
- FINGER, S., *Origins of Neurosciences, A History of Exploration into the Brain Function*, Oxford, Oxford University Press, 1994.
- HEALY, D., *Le Temps des antidépresseurs*, Paris, Les Empêcheurs de penser en rond, 2002.
- MACHAMER P. K., GRUSH R., Mc LAUGHLIN P., (Eds.), *Theory and Method in Neuroscience*, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 2001.
- SHERRINGTON C.S., *The Integrative Action of the Nervous System*, New-York, Charles Scribners Sons, 1906.

UniteEnseignement: Neurobiologie des rythmes

Objectifs en termes de connaissances

Les étudiants acquièrent des connaissances fondamentales dans le domaine des rythmes biologiques journaliers et saisonniers, en particulier chez les Mammifères, depuis le niveau moléculaire jusqu'aux aspects les plus intégrés.

Dans le détail, les grands thèmes abordés sont :

Noyaux suprachiasmatiques : horloge circadienne principale des Mammifères. Gènes horloges.

Entraînements (synchroniseurs, voies, mécanismes moléculaires).

Rétine. Exemple d'oscillateur secondaire et nouvelles cellules photosensibles à mélanopsine.

Sorties de l'horloge, voies et contrôle de la rythmicité des fonctions.

Rythme des états de vigilance, description et mécanismes nerveux impliqués.

Rythmes saisonniers. Horloge circannuelle, photopériodisme. Description et mécanismes neuroendocriniens impliqués.

Objectifs en termes de compétences

Les étudiants maîtrisent les concepts de base de la chronobiologie. Ils savent interpréter des résultats bruts ou graphiques de données rythmiques. Ils peuvent construire un protocole dédié spécifiquement à l'étude d'une variable biologique rythmique journalière ou saisonnière et de sa synchronisation par des facteurs environnementaux.

Si les étudiants ne se destinent pas à une recherche spécifique en chronobiologie, ils sont au moins sensibilisés à l'importance hautement probable de l'aspect rythmique dans leur futur domaine d'intérêt. Plus généralement encore, ils savent être critiques sur la littérature scientifique ou de vulgarisation qui prendrait trop peu ou mal en compte les rythmes biologiques.

Pré-requis

Il est préférable pour les étudiants d'avoir quelques notions niveau Licence Biologie ou Psychologie en physiologie animale et neuroendocrinologie.

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 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

UniteEnseignement: Ouverture professionnelle

UniteEnseignement: Préparation au stage S4 en Neurosciences

Objectifs en termes de connaissances

Apprendre à élaborer un mémoire bibliographique à partir d'un sujet.

A partir du projet de recherche qui sera réalisé au semestre suivant durant leur stage de master, les étudiants réaliseront en accord avec le tuteur du stage une recherche bibliographique qui pourra porter sur la thématique ou la méthodologie. Ce travail aboutira à la rédaction d'un mémoire bibliographique sous la forme d'une revue de la littérature. Ceci permettra à l'étudiant d'accumuler les connaissances scientifiques nécessaires à la réalisation du stage au semestre 4 et de s'approprier ce projet de recherche.

Objectifs en termes de compétences

- Réaliser une recherche bibliographique : extraire les mots clés pertinents d'un projet de recherche et utiliser les outils de l'information.
- Développer les capacités de synthèse et de choix des informations pertinentes.
- Maîtriser la rédaction d'un document synthétique.
- Maîtriser la présentation d'une bibliographie selon les normes internationales.

UniteEnseignement: 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.

UniteEnseignement: Communications nerveuses

Objectifs en termes de connaissances

Les objectifs de l'enseignement sont de préciser les mécanismes qui gouvernent la transmission et l'intégration des messages dans le système nerveux. Seront abordés en particulier les mécanismes de la transmission synaptique, de sa modulation et de sa plasticité, le rôle des interactions entre neurones et cellules gliales (communications paracrine, volumique) et le fonctionnement de réseaux de neurones (genèse et contrôle d'activités électriques rythmiques).

Objectifs en termes de compétences

Savoir analyser des articles scientifiques, les présenter et les discuter devant un public (communication affichée – poster). Savoir faire une recherche bibliographique.

Pré-requis

Neuroanatomie et Neurochimie, Neurophysiologie sensorielle et motrice, Neurobiologie Cellulaire et Moléculaire

Unité d'Enseignement: Neuropharmacologie cellulaire et intégrée

Objectifs en termes de connaissances

L'objectif de ce module est d'illustrer l'apport des approches pharmacologiques dans la compréhension du fonctionnement de systèmes neuronaux intégrés/complexes, impliqués dans le contrôle des fonctions physiologiques. Une importance particulière sera accordée au rôle fondamental des approches de neuropharmacologie moléculaire et cellulaire dans la compréhension de fonctions nerveuses intégrées. Une introduction présente dans un premier temps les grandes stratégies pharmacologiques développées pour manipuler les systèmes de neurotransmission dans les situations normales et dans les tentatives de correction pathologique. Dans un deuxième temps, plusieurs exemples seront présentés. Les thèmes abordés sont présentés par les chercheurs spécialistes du domaine dans les grands axes de recherche du site de Strasbourg : neuropharmacologie de l'addiction, de la douleur, de l'humeur et des émotions, des épilepsies, du sommeil, de la neurodégénérescence. Des points particuliers seront abordés pour illustrer les spécificités neuropharmacologiques liées au sexe, à la génétique (intra-/inter-espèce) ou encore l'intérêt de la chronothérapie. Les thèmes traités sont susceptibles de varier d'une année à l'autre notamment en fonction des développements de la recherche en Neuropharmacologie/Neurosciences.

Objectifs en termes de compétences

Les étudiants maîtrisent, sur le plan théorique, les approches modernes de neuropharmacologie moléculaire et leur utilisation dans un contexte intégré. Ils sont capables d'élaborer une démarche neuropharmacologique adaptée, à partir de substrats moléculaires identifiés, pour manipuler le fonctionnement physiologique/pathologique d'une fonction cérébrale d'intérêt.

Bibliographie

Molecular Neuropharmacology: A Foundation for Clinical Neuroscience (Nestler, Hyman, Malenka)

Unité d'Enseignement: Cognition animale

Objectifs en termes de connaissances

Diverses approches scientifiques parmi lesquelles l'éthologie, l'écologie et les neurosciences, ont fait de la cognition animale leur objet d'étude et notre vision de la cognition animale a considérablement évolué ces dernières années. Au travers d'exemples issus de travaux récents portant sur le rongeur et le primate non humain, le cours présente certaines des capacités cognitives (représentation de l'environnement physique et social) qui sont étudiées chez l'animal et aborde la question des mécanismes comportementaux et neurobiologiques qui les sous-tendent, et notamment celle du code hippocampique impliqué dans le traitement et le stockage de l'information spatiale par rapport à l'espace géométrique.

Objectifs en termes de compétences

Etre en mesure d'adopter une attitude critique par rapport au potentiel heuristique de différents

courants scientifiques s'intéressant à la cognition animale

Bibliographie

- Derdikman D, Moser EI. A manifold of spatial maps in the brain. *Trends Cogn Sci.* (2010)14:561-9.
- Moser EI, Moser MB. A metric for space. *Hippocampus* (2008)18:1142-56.
- Moser EI, Kropff E, Moser MB. Place cells, grid cells, and the brain's spatial representation system. *Annu Rev Neurosci* (2008) 31:69-89.
- Nader L, Hardt O. Update on memory systems and processes. *Neuropsychopharmacol* (2010) 36:251-273.
- Rudy JW, Huff NC, Matus-Amat P. Understanding contextual fear conditioning: insights from a two-process model. *Neurosci Biobehav Rev* (2004) 28:675-685.
- Rudy JW. Context representations, context functions, and the parahippocampal-hippocampal system. *Learn. Memory* (2009) 16:573-585.
- Tomasello M. & Call J. *Primate Cognition* (1997) Oxford University Press, New York

UniteEnseignement: Plasticité cérébrale

Objectifs en termes de connaissances

L'UE de Plasticité Cérébrale aborde de nombreux aspects du fonctionnement du système nerveux central, aussi bien physiologiques (rythmes biologiques, mémoire, implication des cellules gliales, des stéroïdes neuroactifs,...) que pathologiques (dépendance aux drogues, stress, épilepsie,...). En outre, les interventions s'intéressent à tous les niveaux d'interaction et d'organisation du cerveau, de la molécule (épigénétique, voies de transduction intracellulaires, matrice extracellulaire) au comportement en passant par la plasticité synaptique. Enfin, ces interventions variées sont assurées par des chercheurs ou enseignants-chercheurs dans leur domaine de compétence. La diversité des domaines abordés doit permettre aux étudiant(e)s d'appréhender une notion complexe mais générale du fonctionnement cérébral, aussi bien du point de vue des conséquences intégrées de tels processus que des mécanismes cellulaires et moléculaires qui les sous-tendent.

Objectifs en termes de compétences

Les objectifs en termes de compétences sont étroitement liés aux connaissances acquises dans cette UE. Ils visent à permettre aux étudiant(e)s de comprendre les mécanismes moléculaires, cellulaires et neuraux corrélés à, voire responsables de, la capacité du cerveau à modifier de façon durable son fonctionnement dans un processus adaptatif et, le cas échéant, dans l'établissement d'une pathologie. En d'autres termes, outre une certaine capacité d'adaptation rapide de l'étudiant(e) dans le cadre d'une approche immédiatement transversale des niveaux d'organisation du cerveau dans une fonction cérébrale donnée, cette UE vise à promouvoir le développement d'un esprit critique vis-à-vis du concept relativement complexe qu'est la plasticité cérébrale et des moyens d'étude mis en place pour le comprendre.

UniteEnseignement: Imagerie cellulaire et tissulaire

Objectifs en termes de connaissances

- Connaitre les techniques de bases en imagerie.
- Connaitre les principaux types de microscopies (photonique, électronique).
- Connaissance des plateaux techniques offerts par les plateformes de microscopie de l'UdS.

Objectifs en termes de compétences

Savoir intégrer les approches d'imagerie dans un projet de recherche.

Savoir mettre en œuvre des techniques de microscopie, classiques et avancées, pour répondre à un problème biologique.

Faire une figure et analyser des images à l'aide des logiciels ImageJ et Photoshop.

Connaître les limites des techniques.

Unité d'Enseignement: Douleur: sensation, émotion, cognition

Objectifs en termes de connaissances

L'objectif de ce module est de faire le point sur les différentes composantes du système nociceptif et de la douleur : aspects sensori-discriminatifs, émotionnels et cognitifs. L'enseignement se basera notamment sur les développements récents des techniques d'investigations (électrophysiologie, neuroanatomie fonctionnelle, imagerie cérébrale), des modèles animaux (douleur inflammatoire, neuropathique, souris transgéniques) et de la recherche sur les pathologies humaines. Ce module se place résolument à l'interface entre l'enseignement et la pointe de la recherche, et les enseignements dispensés illustreront, outre les aspects concernant la douleur, la diversité des plasticités fonctionnelles et morphologiques dans des situations physiologiques et pathologiques.

Objectifs en termes de compétences

Savoir analyser et interpréter les paramètres objectifs de l'activation de système nociceptif.

Acquérir une vision critique et avertie de la relation de ce système avec la douleur chez l'animal et chez l'homme.

Pré-requis

Neurophysiologie sensorielle et motrice

Unité d'Enseignement: Neuropathologie clinique, génétique et moléculaire

Objectifs en termes de connaissances

L'enseignement de Neuropathologie Clinique, Génétique et Moléculaire est basé sur le concept d'une discussion entre un clinicien et un fondamentaliste à propos d'une neuropathologie. Du fait de cette approche transversale des pathologies neurologiques (Ataxie, Sclérose en plaque, Maladie d'Alzheimer...) ou psychiatriques (Schizophrénie, Anxiété, Dépression...) l'étudiant acquiert une vision synthétique et pluridisciplinaire des pathologies enseignées. L'étudiant appréhende mieux les liens entre les attentes en terme diagnostique et thérapeutique des cliniciens et les nouvelles cibles moléculaires développées par les fondamentalistes dans le but de répondre à ces besoins cliniques.

Au terme de cet enseignement les étudiants devront connaître un certain nombre de

- Terminologies médicales et scientifiques liées aux pathologies neurologiques et psychiatriques enseignées.
- D'éléments cliniques des pathologies neurologiques et psychiatriques enseignées.
- De mécanismes physiopathologiques à l'origine des pathologies neurologiques et psychiatriques enseignées.
- De cibles moléculaires permettant de nouvelles approches diagnostics et/ou thérapeutiques des pathologies neurologiques et psychiatriques enseignées.

Objectifs en termes de compétences

Au terme de cet enseignement les étudiants devront avoir acquis des connaissances physiopathologiques suffisantes pour appréhender le discours d'autres spécialistes du domaine, en faire une synthèse et pouvoir faire le lien entre des cliniciens et des fundamentalistes dans le domaine des Neurosciences.

Les étudiants devront avoir acquis des connaissances pour comprendre et transmettre l'information médicale pertinente dans le cadre de la visite médicale. Ceci ouvre les compétences à la l'information médicale dans le cadre de l'industrie pharmaceutique, ou de l'industrie des réactifs de laboratoire à but diagnostic.

Pré-requis

Pour suivre cet enseignement les étudiants devront avoir des connaissances en neurosciences et/ou de physiopathologie générale.

Informations complémentaires

Cet enseignement est basé sur la discussion entre le clinicien et le fundamentaliste autour d'une pathologie neurologique ou psychiatrique. Chaque intervenant apportant sa vision, ses demandes en terme de besoin diagnostic et/ou thérapeutiques et les pistes nouvelles développées autour de la pathologie présentée.

Cet enseignement est ouvert aux étudiants inscrits en Master de Neurosciences et au Master Physiopathologie de la molécule à l'homme. Pour les étudiants inscrits dans un autre master l'inscription à l'UE sera évaluée au cas par cas.

Unité Enseignement: Génétique génomique en Neurosciences

Objectifs en termes de connaissances

L'étudiant pourra acquérir des compléments concernant le décryptage des génomes et en particulier du génome humain et les enseignements concernant les causes moléculaires des affections génétiques dans le domaine des neurosciences. Les avancées en terme de nouvelles thérapie (génique, cellulaire,...) seront également abordées.

Mots clés : génétique, génomique, maladie génétiques, épigénétique, thérapie génique, organismes modèles.

Objectifs en termes de compétences

Compréhension des approches expérimentales de décryptage des génomes et des approches globales pour la compréhension du mode de fonctionnement des génomes et plus particulièrement du génome humain et de celui des organismes modèles.

Pré-requis

Aucun

Unité Enseignement: Neuroimagerie

Objectifs en termes de connaissances

Nous appellerons "imagerie cérébrale", toutes les techniques d'exploration anatomique et/ou fonctionnelle de tout ou d'une large portion de l'encéphale qui soient non invasives et donc applicables à l'homme mais aussi à l'animal. Les moyens d'investigation sont divers : tomодensitométrie (scanner X), tomographie par émission de positron (PET) ou de simple photon

(SPECT), imagerie par résonance magnétique (IRM – anatomique, fonctionnelle, de diffusion, de perfusion, transfert de magnétisation, spectroscopie, angiographie...), électro-encéphalographie (EEG) ou magnéto-encéphalographie (MEG), imagerie spectroscopique dans le proche infrarouge (NIRS), mais aussi la stimulation magnétique trans-crânienne (TMS). Chacune de ces techniques s'accompagne de modalités d'analyse spécifiques en fonction de l'objectif visé (approche localisatrice – notion de cartographie et d'atlas –, en connectivité anatomique et/ou fonctionnelle et/ou effective, en réseau, intégrative).

L'objectif de cette formation est d'apporter aux étudiants les principes théoriques et pratiques sur l'instrumentation, l'anatomie et la physiologie cérébrale ainsi que les éléments de neuropsychologie. L'anatomie comparée entre le cerveau du rat, du macaque et de l'homme sera étudiée ainsi que le développement cérébral, tout en détaillant les implications techniques de ce type d'étude. Les aspects d'implémentation expérimentant donc celui du paradigme cognitif, ainsi que les aspects éthiques, juridiques et administratifs seront aussi traités.

A la fin de la formation l'étudiant devra pouvoir comprendre un article de neuroimagerie, avoir les bases nécessaires pour reproduire l'expérience qu'il décrit, mais aussi le critiquer quand à la méthodologie, l'analyse et les résultats. Le large panel de techniques d'acquisition et d'analyse qui lui seront exposés sous la forme d'une analyse en terme d'avantage / inconvénient, lui permettront de proposer l'approche la plus adaptée en fonction de la question posée (médicale ou scientifique).

L'essentiel de l'enseignement théorique sera diffusé sur Internet par le moyen de courtes vidéos (2 à 20 min chacune) centrées sur un objectif pédagogique et doublées d'une documentation papier.

Une séance question / débat table ronde sera organisée suivit d'une première évaluation sur le plan théorique. Celle-ci sera corrigée au cours du premier TD.

Les TD consisteront en un large éventail d'exemples : morphométrie basée sur le voxel (VBM), tractographie (DTI), imagerie fonctionnelle BOLD et EEG/MEG dans le cas d'une tâche cognitive, PET/SPECT et IRM dans les études pharmaceutiques, spectroMR dans la pathologie, étude cognitive ou thérapeutique en TMS.

Les TD suivants seront basés soit sur des études effectuées par le présentateur, soit sur la base d'une analyse d'article, soit à partir de projet élaborés par les étudiants.

Enfin l'examen final visera à tester les compétences acquises par les candidats : analyse critique d'article.

Objectifs en termes de compétences

Comprendre les bases physiologiques des signaux enregistrés

Comprendre les principes physiques de l'instrumentation

Comprendre les grandes étapes des analyses

Comprendre les notions de cartographie fonctionnelle, de réseaux, d'intégration fonctionnelle

Connaître l'anatomie fonctionnelle / cognitive comparée des cerveaux de l'homme, du macaque et du rat et les implications sur les techniques d'imagerie

Connaître les bases du développement cérébrale humain et ses conséquences sur les techniques d'imagerie

Etre capable de mettre en œuvre la complémentarité entre les différents types d'explorations

Etre capable de comprendre les résultats et de critiquer leur portée

Informations complémentaires

Le nombre d'étudiants sera limité à 15 (sélection sur dossier/motivation par le responsable)

Unité d'Enseignement: Ouverture professionnelle (3, M2S3)

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).