

Fiche UE MU5BIN16

Ouverture en Neurosciences 1

Module : Modélisation biophysique en neurosciences computationnelles

| Responsable | | Bruno Delord | | | | |
|-------------------------------|---|--|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Descriptif | <i>Parcours type</i> | <i>Option</i> | <i>Niveau</i> | <i>Semestre d'enseignement</i> | <i>ECTS</i> | <i>Effectif maximal</i> |
| | Neurosciences | Neurosciences Cognitives et Comportementales – NCC Neurosciences Cellulaires et Intégrées – NCI- Sciences de la Vision | M2 | S3 | 3 | 35 |
| Modalités pédagogiques | <i>Volume horaire Cours</i> | | <i>Volume horaire TD</i> | | <i>Volume horaire TP</i> | |
| | 15 | | 15 | | | |
| Présentiel/ Distanciel | | | | | Présentiel | |
| | | | | | | |
| Objectifs | <p>L'objectif du module est d'aborder :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la construction pratique de modèles neuronaux: modèles de cinétiques de conductances et courants ioniques membranaires ou synaptiques, d'excitabilité neuronale, de voies de signalisation, de plasticité et de mémoire, de réseaux, d'apprentissage ; - les techniques propres à la modélisation: construction des modèles, mise en équation, méthodes d'étude des modèles (analyse mathématique, simulations numériques) ; - les grands principes dynamiques en modélisation en biologie et en neuroscience: points d'équilibres, stabilité des systèmes, oscillations, chaos, régimes de fonctionnement des systèmes et transitions entre ces régimes ; - les spécificités computationnelles des modèles neuronaux: excitabilité, codage de l'information, plasticité et homéostasie, apprentissage associatif et par renforcement, mémorisation. | | | | | |
| Thèmes abordés | <ul style="list-style-type: none"> - Principes de modélisation : qu'est ce qu'un modèle ? Bases de réflexion et de logique. Modèles en Biologie. Modèles en Neurosciences. Bases de programmation sous MATLAB. - Méthodes de modélisation: état, espace des phases, dynamique et vitesse d'évolution d'un état, EDOs, mise en équation (états, transitions, cinétiques, ...), notion de point fixe, de stabilité, nullclines, cycles limites, et chaos, méthodes formelles et numériques d'intégration des modèles. - Modèles de transmission synaptique : modèles récepteur–ligand, AMPA, NMDA, GABA–A et –B, trains de PA et bruit synaptique. - Modèles d'activité neuronale : propriétés passives, potentiel de repos, diversité des canaux ioniques, modèles de potentiel d'action (Hodgkin–Huxley, Fitzhugh–Nagumo, Intègre-et-Tire), de décharge (régénérative, plateaux, oscillations, rebonds, AHP, adaptation, RS/IB/pacemaker, codage d'information). - Modèles de plasticité neuronale : LTP/LTD, associativité du NMDA, modèles kinases/phosphatases, règle de Hebb, synaptic scaling, homéostasie neuronale. - Modèles de mémoire neuronale : CamKII, auto–catalyse, bistabilité, multistabilité. - Modèles d'homéostasie neuronale : circuit de feedback, problème de la saturation, feedback négatif, homéostasie synaptique et intrinsèque. - Modèles de réseaux de neurones : architectures feed-forward et récurrente, poids synaptiques et émergence des champs récepteurs, dynamiques d'activité (oscillations régulières (sommeil) et irrégulières (éveil)), construction et rappel de mémoire à long-terme, maintien d'activités soutenues à court terme, trajectoires neuronales. - Modèles d'apprentissage par renforcement / neuromodulation dopaminergique : modèles d'activité des neurones dopaminergique, de libération et recapture de la dopamine et des récepteurs dopaminergique, apprentissage par renforcement ; Denis Sheynikhovich. | | | | | |

Fiche UE MU5BIN16

Ouverture en Neurosciences 1

Module : Modélisation biophysique en neurosciences computationnelles

| | | | | |
|--|--|-------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Compétences acquises à l'issue de l'UE (concepts, méthodologie et outils) | Capacité de compréhension et de construction de modèles orientés biophysique en neurosciences computationnelle. Connaissance des grands principes computationnels issus des propriétés moléculaires et cellulaires des neurones et de leur impact à l'échelle des réseaux de neurones dans l'émergence de propriétés fonctionnelles en neurosciences. Capacité à critiquer les modèles et à connaître leurs limites. | | | |
| Prérequis | Il ne nécessite pas de prérequis spécifiques en mathématiques ou en biophysique et s'appuie essentiellement sur les bases mathématiques de L1. Toutes les notions sont reprises à la base et expliquées. | | | |
| Modalités d'évaluation/100 | <i>Ecrit</i> | <i>Oral</i> | <i>CC</i> | <i>Autre</i> |
| | 70 points | – | – | Mini-projet en binôme: 30 points |
| Langues utilisées | <i>Dans les cours, TD, TP</i> | | <i>Dans les documents, supports</i> | |
| | Français (réponse à l'examen en anglais si désiré) | | Français | |
| Localisation | Séances de cours/TD à l'UTES sur machines, afin de favoriser l'application pratique directe. Site Université Pierre et Marie Curie | | | |