

Offre de stage: Apprentissage automatique informé par la physique pour l'identification de paramètres dans des modèles neuro-inspirés



- Laboratoire de recherche : [LTSI](#), équipe [CinetyKs](#)
- Date de prise de fonction souhaitée: mars 2025, durée: 6 mois
- Rémunération: 550 € en moyenne par mois
- Lieu: université de Rennes, campus de Beaulieu, bâtiment 22
- Mots clés: Deep learning (e.g Physics-Informed Neural Networks), Traitement de signaux électrophysiologiques (EEG), Neurotechnologies, Modélisation numérique bio-inspirée, Programmation (Python, pytorch, Jax)

Le laboratoire et l'équipe de recherche

Le LTSI, laboratoire de recherche de l'Université de Rennes et de l'INSERM (UMR U1099), est une structure innovante composée de cinq équipes de recherche. L'équipe CinetyKs, spécialisée dans les neurotechnologies depuis plus de 20 ans, vise à développer des méthodes avancées dans le contexte de deux troubles neurologiques majeurs : l'épilepsie et la maladie de Parkinson.

Contexte du stage

Les modèles biomathématiques neuro-inspirés permettent de simuler l'activité neuronale et de générer des signaux proches de ceux observés chez des patients. Ces modèles, basés sur des systèmes d'équations différentielles, nécessitent une identification précise des paramètres pour pouvoir correspondre à un patient donné. Cette identification est possible à l'aide d'enregistrements EEG ou SEEG réalisés pour un patient (Dunstan et al., 2023; Fan et al., 2018; Wendling et al., 2005). Ce stage se situe au centre de cette problématique : l'identification des paramètres dans des conditions complexes.

Mission confiée

Le principal objectif de ce stage est d'explorer les limites et le potentiel des Physics-Informed Neural Networks (PINNs) dans le cadre de l'identification des paramètres de modèles neuro-inspirés. Les Physics-Informed Neural Networks (Raissi et al., 2017) sont des réseaux de neurones qui intègrent des contraintes physiques directement dans leur fonction de coût (Loss), offrant une alternative puissante aux méthodes traditionnelles d'identification. Cependant, leur application à l'identification de paramètres, notamment dans le contexte des modèles neuro-inspirés, soulève plusieurs défis tels que la robustesse et l'efficacité computationnelle.

Principales activités

- Effectuer une revue de la littérature scientifique sur les PINNs et leurs applications à l'identification de paramètres dans divers domaines (physique, biologie, etc.).
- Définir un cadre expérimental pour tester ces approches sur des données simulées issues de modèles de type “neural mass”.
- Implémenter des modules Python en utilisant des bibliothèques comme PyTorch ou JAX (Sapunov, 2024).
- Évaluer les performances des PINNs dans différentes configurations (par exemple données bruitées), et analyser leurs limites.
- Contribuer à la rédaction d'un article scientifique et à des présentations au sein de l'équipe.

Profil souhaité

Nous recherchons un·e étudiant·e en Master 2 ou en dernière année d'école d'ingénieur, avec une solide formation en deep learning et une maîtrise de la programmation en Python (PyTorch, JAX).

- Des connaissances en traitement du signal seraient un atout.
- Un bon niveau en anglais technique est requis.
- Curiosité scientifique, autonomie et envie de contribuer à la recherche sont des qualités recherchées.

Pour postuler

Envoyez votre CV et lettre de motivation à laurent.george@univ-rennes.fr en précisant la référence [STAGE_2025_NN].

Références

- Dunstan, D. M., Richardson, M. P., Abela, E., Akman, O. E., & Goodfellow, M. (2023). Global nonlinear approach for mapping parameters of neural mass models. *PLOS Computational Biology*, 19, e1010985. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1010985>
- Fan, X., Gaspard, N., Legros, B., Lucchetti, F., Ercek, R., & Nonclercq, A. (2018). Dynamics underlying interictal to ictal transition in temporal lobe epilepsy: Insights from a neural mass model. *European Journal of Neuroscience*, 47, 258–268. <https://doi.org/10.1111/ejn.13812>
- Raissi, M., Perdikaris, P., & Karniadakis, G. E. (2017). *Physics informed deep learning (part II): Data-driven discovery of nonlinear partial differential equations* (arXiv:1711.10566). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1711.10566>
- Sapunov, G. (2024). *Deep learning with JAX*. Simon; Schuster.
- Siddhartha Mishra, V. A., Benjamin Moseley. (2023). *Deep learning in scientific computing course*. <https://camlab.ethz.ch/teaching/deep-learning-in-scientific-computing-2023.html>
- Wendling, F., Hernandez, A., Bellanger, J.-J., Chauvel, P., & Bartolomei, F. (2005). Interictal to ictal transition in human temporal lobe epilepsy: Insights from a computational model of intracerebral EEG. *Journal of Clinical Neurophysiology: Official Publication of the American Electroencephalographic Society*, 22, 343–356. https://core.ac.uk/outputs/48267093/?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1