EFELIA 2026-2027

English version below

Offre de stage de Master 2

NeuroBurst-AI : apprentissage non supervisé des dynamiques cortico-sous-corticales modulées par la stimulation cérébrale profonde

Responsable et environnement

Responsable : Mario HERVAULT, Maître de conférences

Grenoble Institut des Neurosciences (GIN), Inserm U1216, équipe Cerveau, Comportement et Neuromodulation. Encadrement scientifique avec un postdoctorant spécialisé en traitement du signal et en IA.

Contact : mario.hervault@univ-grenoble-alpes.fr

Informations pratiques

- **Intitulé :** NeuroBurst-AI : apprentissage non supervisé des dynamiques cortico-sous-corticales modulées par la stimulation cérébrale profonde
- **Durée :** 6 mois
- **Dates :** du 4 janvier au 30 juin 2027
- **Gratification :** barème réglementaire en vigueur ; financement EFELIA sollicité
- **Lieu :** Grenoble Institut des Neurosciences, Site Santé, Bâtiment Edmond J. Safra, 31 chemin Fortuné Ferrini, 38700 La Tronche

Résumé

Ce stage de Master 2 se situe à l'interface entre intelligence artificielle, traitement du signal et neurosciences cliniques. Il vise à développer des modèles probabilistes non supervisés capables d'identifier automatiquement des états cérébraux transitoires dans des enregistrements EEG de scalp et sous-corticaux du noyau subthalamique (STN-LFP) chez des patients traités par stimulation cérébrale profonde. Les modèles seront comparés aux méthodes classiques de détection des beta bursts et évalués sur des participants non utilisés pendant l'apprentissage. Le stage aboutira à un pipeline interprétable, reproductible et open source.

Projet scientifique

Les oscillations cérébrales ne sont pas toujours continues : elles peuvent apparaître sous la forme d'événements brefs et récurrents, ou bursts. Ces événements renseignent la dynamique des réseaux neuronaux, mais leur détection repose encore souvent sur des seuils définis par l'expérimentateur, ce qui limite la robustesse et la comparabilité des résultats (Jones, 2016 ; Lundqvist et al., 2024 ; Power et al., 2026).

Un premier stage soutenu par EFELIA en 2026 a établi un pipeline reproductible sur les enregistrements EEG de scalp de 206 participants. Il a comparé plusieurs stratégies de détection et identifié des signatures robustes du contrôle de l'action. Ce socle méthodologique et logiciel permet désormais de franchir une étape clinique.

Le nouveau stage étendra l'analyse à des enregistrements simultanés ou complémentaires d'EEG et de potentiels de champ locaux du noyau subthalamique chez des patients atteints de maladie de Parkinson ou de troubles obsessionnels-compulsifs et traités par stimulation cérébrale profonde. Les données proviennent de deux projets interdisciplinaires financés par la Fondation de France et la Fondation pour la Recherche sur le Cerveau.

Approche IA et validation

Le stagiaire développera des modèles probabilistes hiérarchiques de type modèle de Markov caché ou semi-Markov caché. Ces modèles apprendront automatiquement des états cérébraux récurrents et permettront d'en caractériser la fréquence, la durée, les transitions et l'organisation spectrale. La structure hiérarchique visera à séparer les propriétés partagées entre patients de leurs particularités individuelles.

L'apprentissage sera réalisé sans utiliser les conditions expérimentales, l'état de stimulation ni les scores cliniques. Ces informations seront introduites uniquement lors de l'évaluation, sur des participants laissés de côté pendant l'apprentissage. Les performances seront comparées à celles des approches par seuillage et eBOSC.

Missions principales

- Préparer, contrôler et harmoniser les données EEG et STN-LFP.
- Implémenter et adapter des modèles de Markov cachés ou semi-Markov cachés au contexte EEG-LFP.
- Extraire des mesures interprétables : occupation, taux, durée, transitions et spectres des états.
- Comparer quantitativement les modèles aux méthodes de détection par seuillage et eBOSC.
- Évaluer la généralisation sur des participants non utilisés pour l'apprentissage.
- Documenter le code, produire les figures et contribuer à la diffusion open source du pipeline.

Encadrement

Le suivi sera assuré par Mario Hervault et un postdoctorant spécialisé en traitement du signal et en IA. Le stagiaire interagira également avec l'attaché de recherche clinique et le doctorant impliqués dans les projets. Un point hebdomadaire permettra d'articuler développement méthodologique, interprétation neuroscientifique et exigences de reproductibilité.

Profil recherché

- Étudiant·e en Master 2 d'intelligence artificielle, science des données, traitement du signal, neuro-ingénierie, neurosciences computationnelles ou formation équivalente.
- Bases solides en programmation scientifique, en Python et/ou MATLAB.
- Connaissances en traitement du signal, probabilités ou statistiques.
- Rigueur dans l'écriture, la validation et la documentation du code.
- Autonomie, curiosité scientifique et capacité à travailler dans un environnement interdisciplinaire.
- Capacité à lire et rédiger de la documentation scientifique en anglais.

Atouts appréciés : expérience des modèles probabilistes, de l'apprentissage non supervisé, de Git ou de données électrophysiologiques. Ces compétences ne sont pas toutes requises à l'entrée du stage.

Candidature

Envoyer un CV et un court texte de motivation à mario.hervault@univ-grenoble-alpes.fr, en précisant la formation actuelle. Un relevé de notes et un lien vers du code ou un dépôt Git peuvent être joints s'ils sont disponibles. Objet du courriel : « Candidature NeuroBurst-AI – Stage M2 2027 ». Les candidatures seront examinées au fil de l'eau ; le recrutement devra être finalisé avant le 30 octobre 2026.

Bibliographie sélective

Jones, S. R. (2016). When brain rhythms aren't 'rhythmic': implication for their mechanisms and meaning. Current Opinion in Neurobiology, 40, 72–80.

Lundqvist, M., Miller, E. K., Nordmark, J., Liljefors, J., & Herman, P. (2024). Beta: bursts of cognition. Trends in Cognitive Sciences, 28(7), 662–676.

Quinn, A. J., Vidaurre, D., Abeysuriya, R., et al. (2018). Task-evoked dynamic network analysis through hidden Markov modeling. Frontiers in Neuroscience, 12, 603.

Quinn, A. J., van Ede, F., Brookes, M. J., et al. (2019). Unpacking transient event dynamics in electrophysiological power spectra. Brain Topography, 32, 1020–1034.

Khawaldeh, S., Tinkhauser, G., Torrecillos, F., et al. (2022). Balance between competing spectral states in subthalamic nucleus is linked to motor impairment in Parkinson's disease. Brain, 145(1), 237–250.

Power, L., Aydin, I., Bardouille, T., & Baillet, S. (2026). A neuroscientist's guide to neural burst detection. Imaging Neuroscience, 4.

EFELIA 2026-2027

Master's Internship Offer

NeuroBurst-AI: unsupervised learning of cortico-subcortical dynamics modulated by deep brain stimulation

Supervisor and research environment

Supervisor: Mario HERVAULT, Associate Professor

Grenoble Institute of Neurosciences (GIN), Inserm U1216, Brain, Behavior and Neuromodulation team. Scientific supervision will include a postdoctoral researcher specializing in signal processing and AI.

Contact: mario.hervault@univ-grenoble-alpes.fr

Internship details

- **Title:** NeuroBurst-AI: unsupervised learning of cortico-subcortical dynamics modulated by deep brain stimulation
- **Duration:** 6 months
- **Dates:** January 4 to June 30, 2027
- **Stipend:** statutory French internship rate; EFELIA funding application pending
- **Location:** Grenoble Institute of Neurosciences, Site Santé, Bâtiment Edmond J. Safra, 31 chemin Fortuné Ferrini, 38700 La Tronche, France

Internship summary

This Master's internship lies at the interface of artificial intelligence, signal processing, and clinical neuroscience. The objective is to develop unsupervised probabilistic models that automatically identify transient brain states in scalp EEG and subcortical recordings from the subthalamic nucleus (STN-LFP) in patients treated with deep brain stimulation. The models will be benchmarked against conventional beta-burst detection methods and evaluated on participants not used for training. The internship will deliver an interpretable, reproducible, and open-source analysis pipeline.

Scientific background

Brain oscillations are not always continuous: they can occur as brief, recurrent events known as bursts. These events provide information about the dynamics of neural networks, yet their detection often relies on experimenter-defined thresholds, limiting robustness and comparability across studies.

A first EFELIA-supported internship in 2026 established a reproducible pipeline using scalp EEG recordings from 206 participants. It compared several detection strategies and identified robust signatures of action control. This methodological and software foundation now enables a clinically oriented extension.

Clinical extension

The new internship will extend the pipeline to EEG and local field potential recordings from the subthalamic nucleus in patients with Parkinson's disease or obsessive-compulsive disorder treated with deep brain stimulation. The data are provided by two interdisciplinary projects funded by the Fondation de France and the Fondation pour la Recherche sur le Cerveau.

AI approach and validation

The intern will develop hierarchical probabilistic models based on hidden or hidden semi-Markov models. The models will automatically learn recurrent brain states and characterize their frequency, duration, transitions, and spectral organization. Their hierarchical structure will aim to distinguish shared properties across patients from individual-specific dynamics.

Training will not use experimental conditions, stimulation status, or clinical scores. These labels will be introduced only during evaluation on held-out participants. Performance will be benchmarked against threshold-based and eBOSC approaches.

Main tasks

- Prepare, quality-control, and harmonize EEG and STN-LFP data.
- Implement and adapt HMM/hidden semi-Markov models to EEG-LFP recordings.
- Extract interpretable state metrics: occupancy, rate, duration, transitions, and spectra.
- Benchmark the models against threshold-based and eBOSC detection methods.
- Evaluate generalization on participants not used during training.
- Document the code, produce figures, and contribute to the open-source release of the pipeline.

Supervision

The internship will be supervised by Mario Hervault and a postdoctoral researcher specializing in signal processing and AI. The intern will also interact with the clinical research coordinator and the PhD student involved in the projects. Weekly meetings will connect methodological development, neuroscientific interpretation, and reproducible research practices.

Candidate profile

- Master's student in artificial intelligence, data science, signal processing, neuroengineering, computational neuroscience, or a related field.
- Solid scientific programming skills in Python and/or MATLAB.
- Knowledge of signal processing, probability, or statistics.
- Care in writing, validating, and documenting code.
- Scientific curiosity, autonomy, and interest in interdisciplinary research.
- Ability to read and write scientific material in English.

Desirable experience: probabilistic modeling, unsupervised learning, Git, or electrophysiological data. Applicants are not expected to have all of these skills at the start of the internship.

How to apply

Please send a CV and a short statement of motivation to mario.hervault@univ-grenoble-alpes.fr, specifying your current degree program. A transcript and a link to code or a Git repository may be included if available. Email subject: 'NeuroBurst-AI application – Master's internship 2027'. Applications will be reviewed on a rolling basis; recruitment must be completed by October 30, 2026.