

## OFFRE DE STAGE

### Proposition de Stage : Développement de l'analyse de quantification de récurrence (RQA) sur des signaux EEG dans le but de mieux comprendre l'impact de l'exposition à la 5G sur l'activité cérébrale de jeunes adultes sains

Nos réf. : Ineris - [208657] - ID 2726173

**Date de publication :** 23/10/2024

**Lieu :** Verneuil-en-Halatte (60) - accessible en transports en commun, à 40 mn au Nord de Paris

**Type de contrat :** stage

**Contact :** [lisa.michelant@ineris.fr](mailto:lisa.michelant@ineris.fr)

#### Contexte :

Avec le développement des nouvelles générations de réseaux mobiles et le déploiement de la 5G, mieux comprendre leurs potentiels effets sur la santé est devenu un sujet d'intérêt public. Les effets de l'exposition aux ondes 5G sur l'activité cérébrale suscitent donc de plus en plus de questionnement. L'électroencéphalogramme (EEG) est un outil utilisé pour mesurer l'activité électrique du cerveau de manière temporelle. Dans une étude précédente (Jamal et al., 2023), des signaux EEG ont été enregistrés avant, pendant et après une exposition à la 5G à 3.5GHz, puis analysés à l'aide de la méthode de Fourier, notamment via la densité spectrale de puissance (PSD). Ces analyses n'ont pas révélé de résultats significatifs.

Ce stage propose d'utiliser une approche complémentaire: l'analyse de quantification de récurrence (RQA). La RQA est une méthode permettant d'explorer les dynamiques non linéaires des signaux, cet outil permet d'explorer des changements plus subtils qui pourraient avoir été manqués par les méthodes linéaires classiques. Ce stage vise à explorer l'impact de l'exposition aux ondes 5G sur les signaux EEG en utilisant la méthode RQA.

#### Objectif du stage :

L'objectif est de découvrir, mettre en place et appliquer la méthode RQA pour analyser les signaux EEG et identifier les effets potentiels de l'exposition à la 5G. Le stagiaire aura pour mission de développer les outils nécessaires à cette analyse et d'explorer les changements dynamiques potentiels dans l'activité cérébrale afin de mieux évaluer l'impact de l'exposition à la 5G sur l'activité cérébrales.

#### Missions :

Sous supervision le stagiaire participera aux missions suivantes :

1. *Étude bibliographique* : Rechercher et analyser la littérature scientifique sur les effets de la 5G sur l'activité cérébrale et sur l'application de la méthode d'analyse de quantification de récurrence (RQA) aux signaux EEG.
2. *Préparation des données* : Prétraiter et segmenter les enregistrements EEG en fonction des différentes phases du protocole (pré-exposition, exposition 5G, post-exposition) afin de les préparer à l'analyse RQA.

3. *Création des outils pour appliquer la méthode RQA* : Mettre en place la méthode RQA pour analyser les signaux EEG. Cela impliquera la création de scripts pour préparer les données, calculer les Recurrence Plots (RP), extraire les mesures RQA et visualiser les résultats. Python (avec pyunicorn, pyRQA) et MATLAB (CRP Toolbox) seront les principaux outils utilisés, et le stagiaire devra explorer et personnaliser ces bibliothèques pour l'application spécifique aux signaux EEG sous exposition à la 5G.
4. *Vérification et application de l'analyse RQA* : Développer et adapter des algorithmes d'analyse des signaux EEG en fonction des besoins du projet, en utilisant Python ou MATLAB, pour garantir l'efficacité et la pertinence des outils créés.
5. *Analyse des résultats* : Comparer les données EEG des différentes phases expérimentales (pré-exposition, exposition, post-exposition) en utilisant les mesures RQA (taux de récurrence, déterminisme, entropie, etc.) pour évaluer les changements potentiels dans les motifs récurrents, la complexité, la régularité et la synchronisation neuronale.
6. *Interprétation* : Interpréter les résultats obtenus en les comparant avec les hypothèses initiales et les connaissances actuelles sur l'impact de la 5G, et rédiger un rapport détaillant les conclusions scientifiques.

## PROFIL

Étudiant(e) en Master 2 ou équivalent, avec une spécialisation dans l'un des domaines suivants :

- Informatique, avec un focus sur le traitement du signal ou l'analyse de données.
- Neurosciences ou Sciences Cognitives, avec un intérêt pour la neuro-imagerie ou les signaux EEG.
- Mathématiques Appliquées, avec une spécialisation en analyse de données ou en modélisation
- Ingénierie, avec une spécialisation en systèmes dynamiques ou en traitement du signal.
- Physique, avec une spécialisation en systèmes complexes ou en traitement des données expérimentales.

Les candidat(e)s doivent posséder des compétences en programmation (Python, MATLAB) et être capables de rechercher et d'extraire des informations pertinentes de la littérature scientifique pour développer et appliquer des outils d'analyse avancés.

### Compétences requises :

- Connaissances de base en analyse de signaux, idéalement EEG.
- Capacité à programmer en Python, MATLAB.
- Curiosité pour découvrir et apprendre et développer de nouvelles méthodes.
- Capacité à travailler avec des données complexes.
- Compétence en recherche bibliographique pour extraire des informations pertinentes sur le codage et les algorithmes depuis la littérature scientifique.
- Intérêt pour les neurosciences et les technologies de communication (5G).

### Compétences développées :

- ❖ Apprentissage et maîtrise de la méthode RQA pour l'analyse de signaux EEG.
- ❖ Développement d'outils et de scripts d'analyse.
- ❖ Expérience en recherche et extraction d'informations techniques dans la littérature.
- ❖ Expérience en rédaction scientifique et présentation de résultats.

## DIVERS

Durée : 6 mois.

**Ce poste est ouvert aux personnes en situation de handicap.**

### Sources :

- Eckmann J-P, Kamphorst SO, Ruelle D (1987) Recurrence Plots of Dynamical Systems. *Europhys Lett* 4:973–977.
- Jamal L, Yahia-Cherif L, Hugueville L, Mazet P, Lévêque P, Selmaoui B. Assessment of Electrical Brain Activity of Healthy Volunteers Exposed to 3.5 GHz of 5G Signals within Environmental Levels: A Controlled-Randomised Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Sep 21;20(18):6793. doi: 10.3390/ijerph20186793. PMID: 37754652; PMCID: PMC10530694.
- M. Grendár, J. Majerová, V. Špitalský, Strong laws for recurrence quantification analysis, *Int. J. Bifurcat. Chaos* 23 (2013) 1350147.
- Marwan N, Carmenromano M, Thiel M, Kurths J (2007) Recurrence plots for the analysis of complex systems. *Phys Rep* 438:237–329
- Marwan N, Kurths J, Saparin P (2007) Generalised recurrence plot analysis for spatial data. *Physics Letters A* 360:545–551.
- S. Ramdani, A. Boyer, S. Caron, et al (2021) Parametric recurrence quantification analysis of autoregressive processes for pattern recognition in multichannel electroencephalographic data. *Pattern Recognition*, 109.
- S. Ramdani, F. Bouchara, J. Lagarde, A. Lesne, Recurrence plots of discrete-time Gaussian stochastic processes, *Physica D* 330 (2016) 17–31.
- Thiel, M., Romano, M. C., Kurths, J., Meucci, R., Allaria, E., & Arecchi, F. T. (2002). Influence of observational noise on the recurrence quantification analysis. *Physica D*, 171(3), 138-152.
- Webber C, Zbilut J (2005) Recurrence quantification analysis of nonlinear dynamical systems. *Tutorials in Contemporary Nonlinear Methods for the Behavioral Sciences*