

## Post-doctorat d'un an proposé par les laboratoires Modal'X et MoDyCo de l'Université Paris Nanterre

### EEGARD : Modélisation statistique des profils électroencéphalographiques (EEG) pendant la compréhension du langage dans la maladie d'Alzheimer et les troubles apparentés

#### Projet

Le projet EEGARD est un projet réunissant statisticiens (MODAL'X, Université Paris Nanterre), linguistes (MoDyCo, Université Paris Nanterre) et neurologues (Centre de Neurologie Cognitive, Hôpital Lariboisière - Fernand Widal, Paris). Ce projet vise à mieux comprendre les bases neurales du traitement langagier, notamment sémantique, dans la maladie d'Alzheimer et les maladies apparentées, et à identifier des profils neuro-cognitifs caractéristiques de ces pathologies. À cette fin, différents types de données seront collectés au cours d'une expérimentation à élaborer et conduire : les profils des patients (pathologie diagnostiquée, données sociodémographiques), des mesures comportementales (compétences langagières et cognitives), des mesures volumétriques (IRM structurelle) et des mesures électroencéphalographiques (EEG).

L'accent sera mis sur l'analyse des signaux EEG. Ces données ayant une bonne résolution temporelle, nous souhaitons les exploiter pour comprendre et différencier les profils électroencéphalographiques lors du traitement des stimuli langagiers.

Une première étape consistera à créer un ensemble de stimuli langagiers (ex. phrases, discours) pertinents pour la discrimination des groupes. À titre d'illustration, dans la maladie d'Alzheimer la résolution d'ambiguïtés lexicales (ex. homonymes) et l'interprétation des pronoms peuvent être altérés dès le stade prodromal. Les stimuli seront créés afin de mieux étudier ces difficultés identifiées par la littérature médicale et linguistique.

La création des stimuli fait partie de la conception du plan d'expérience global (méthodes de collectes de données, échantillonnage, calendrier, etc) qui sera élaboré par l'équipe pluridisciplinaire .

Une fois les données EEG recueillies, une première étape de prétraitement est prévue. L'objectif est de développer et/ou adapter des méthodes pertinentes pour l'élimination des artefacts exogènes (réseau électrique) et endogènes (clignements des yeux, mouvements oculaires et musculaires, cardiaques). Ces méthodes pourraient permettre un nettoyage plus efficace du signal EEG que les méthodes déjà existantes. Les données EEG sont d'ailleurs davantage contaminées par des artefacts lorsque l'on travaille avec certaines populations pathologiques. Les approches envisagées s'appuient sur des méthodes basse-bandes et l'analyse en Composantes Indépendantes (ICA), la factorisation en matrices positives (NMF) ou des méthodes de déconvolution.

Les données prétraitées peuvent ensuite être analysées avec pour double objectif

- d'identifier les patrons neurocognitifs dans le traitement des stimuli, spécifiques aux différentes populations étudiées (par type de pathologie, classe d'âge...).
- d'identifier des altérations dans les patrons neurocognitifs, par rapport au traitement neurotypique, induites par les différentes pathologies afin d'améliorer le diagnostic de celles-ci.

L'accent sera mis sur l'identification des potentiels évoqués ("event related potentials" - ERP) liés aux événements multicanaux. Les ERP sont des réponses électrophysiologiques enregistrées suite à un stimulus, pour diverses catégories de stimuli (visuels, auditifs, tactiles, thermiques, olfactifs) ou à des processus cognitifs spécifiques. L'étude de ces ERP et des représentations temps-fréquences

mobiliseront des méthodes de traitement des signaux, d'approches statistiques telles que la segmentation, l'agrégation et la sélection de variables dans un cadre temporel, la cointégration ou les copules.

## Laboratoires MODAL'X & MoDyCo (mathématiciens and linguistes)

Le post-doc sera accueilli par les laboratoires MODAL'X (<https://modalx.parisnanterre.fr/>) et MoDyCo (<https://modyco.fr/>) de l'Université Paris Nanterre. MODAL'X est une équipe de mathématiques axée sur la modélisation aléatoire. Cette équipe est spécialisée dans les statistiques et les probabilités et ses membres partagent une forte expertise dans l'analyse des séries temporelles, la segmentation ou détection de ruptures, le bootstrap, la sélection de modèles et la classification. MoDyCo est une équipe de linguistique qui a pour objectif d'étudier le fonctionnement linguistique et l'impact que les variations linguistiques peuvent avoir sur le fonctionnement des mécanismes du langage.

### Projet du post-doctorat:

La post-doctorante ou le post-doctorant travaillera sur l'élaboration du plan d'expérience d'un point de vue (i) statistique méthodes d'échantillonnage, prises en considération de covariables pertinentes telles que l'âge, le sexe, certains facteurs de la biographie langagière (langues parlées, âge d'acquisition), les capacités exécutives, le stade de la maladie ou la latéralité manuelle ...) et (ii) linguistique : choix des conditions et stimuli expérimentaux. La personne sera chargée de mettre en place l'expérience et de la mener.

Elle ou il travaillera sur l'élaboration de méthodes statistiques dédiées à la problématique en s'appuyant sur les données collectées lors de l'expérience ainsi que sur des données d'EEG que les membres du laboratoire étudient dans le cadre d'autres projets similaires à celui-ci. Elle/Il contribuera enfin à développer des méthodes originales dédiées aux spécificités des différents types de données et à leur analyse conjointe pour l'objectif spécifique du projet, en particulier pour identifier des marqueurs EEG et comportementaux caractéristiques des stades précoces des pathologies, et les rendre accessibles pour la procédure de diagnostic. Pour réaliser ces tâches, il/elle bénéficiera de l'expertise des deux équipes et collaborera donc dans un contexte interdisciplinaire.

### Profil de la post-doctorante ou du post-doctorant :

La candidate ou le candidat doit avoir une solide expérience en linguistique et/ou en statistiques appliquées; il est généralement titulaire d'un doctorat dans l'un de ces domaines. La personne sera chargée de mettre en place l'expérience et de la mener, et pour cela elle collaborera avec tous les membres du projet (les linguistes de MoDyCo, les neurologues de l'hôpital Lariboisière et les statisticiens de MODAL'X). Une solide formation en statistiques et/ou en linguistique quantitative statistique est requise. Une forte expérience en programmation (comme la programmation R) est également fortement souhaitée. La maîtrise du français et anglais écrit et oral est requise.

**Salaire** Il sera de 2300€ à 2780 € net par mois (selon expérience) pendant 12 mois.

**Début du postdoc** Date de début du post-doctorat souhaitée : 2025.

### Candidature :

Pour candidater, merci d'envoyer aux contacts listés ci-dessous : CV, lettre de motivation, deux noms à contacter pour une lettre de recommandation.

### Contact :

Emilie Lebarbier ([emilie.lebarbier@parisnanterre.fr](mailto:emilie.lebarbier@parisnanterre.fr)), Thierry Dumont ([thierry.dumont@parisnanterre.fr](mailto:thierry.dumont@parisnanterre.fr)), Patrice Bertail ([patrice.bertail@parisnanterre.fr](mailto:patrice.bertail@parisnanterre.fr)) et Karin Heidlmayr ([kheidlma@parisnanterre.fr](mailto:kheidlma@parisnanterre.fr))

## Linguistic/Statistics one-year postdoctoral position at Modal'X and MoDyCo labs (University Paris Nanterre)

### EEGARD : Statistical Modeling of Electroencephalogram (EEG) Patterns during Language Comprehension in Alzheimer's Disease and Related Disorders

#### PEPS 'EEGARD' project:

The EEGARD project brings together statisticians (MODAL'X, Université Paris Nanterre), linguists (MoDyCo, Université Paris Nanterre), and neurologists (Cognitive Neurology Center, Lariboisière Hospital - Fernand Widal, Paris). This project aims to enhance understanding of the neural bases of language processing, particularly semantics, in Alzheimer's disease and related disorders, and to identify characteristic neurocognitive profiles of these pathologies.

To achieve this, various data types will be collected through an experiment to be designed and conducted: patient profiles (diagnosed pathology, sociodemographic data), behavioral measures (linguistic and cognitive abilities), volumetric measures (structural MRI), and electroencephalographic (EEG) measures.

The focus will be on EEG signal analysis. Given the high temporal resolution of EEG, it will be used to differentiate and understand EEG profiles during language processing stimuli.

The first step will involve creating relevant linguistic stimuli (e.g., sentences, discourses) for group discrimination. For instance, in Alzheimer's disease, resolving lexical ambiguities (e.g., homonyms) and interpreting pronouns are often impaired as early as the prodromal stage. Stimuli will be designed to study these difficulties identified in the medical and linguistic literature.

Stimuli creation will be part of the broader experimental design (data collection methods, sampling, timeline, etc.), which will be developed collaboratively by the multidisciplinary team.

Once the EEG data are collected, the first step will be preprocessing. The aim is to develop and/or adapt methods to eliminate exogenous artifacts (electrical network) and endogenous artifacts (eye blinks, ocular and muscle movements, cardiac activity). These methods may enable more effective EEG signal cleaning than existing techniques. EEG data are often more artifact-contaminated in pathological populations. Proposed approaches include low-band methods, Independent Component Analysis (ICA), Non-negative Matrix Factorization (NMF), or deconvolution methods.

The preprocessed data will then be analyzed to:

- Identify neurocognitive patterns in stimulus processing specific to the different populations studied (by type of pathology, age group, etc.).
- Detect alterations in neurocognitive patterns induced by different pathologies compared to neurotypical processing to improve diagnosis.

The focus will be on identifying event-related potentials (ERPs) linked to multichannel events. ERPs are electrophysiological responses recorded following stimuli in various categories (visual, auditory, tactile, thermal, olfactory) or specific cognitive processes. The study of these ERPs and time-frequency representations will involve signal processing methods and statistical approaches such as segmentation, aggregation, variable selection in a temporal framework, cointegration, or copulas.

## Laboratories MODAL'X & MoDyCo (mathematics and linguistics)

The postdoctoral fellow will be hosted by the Modal'X (<https://modalx.parisnanterre.fr/>) and MoDyCo (<https://modyco.fr/>) laboratories at Université Paris Nanterre.

- **Modal'X** is a mathematics team focused on stochastic modeling, specializing in statistics and probabilities with expertise in time series analysis, segmentation, breakpoint detection, bootstrap, model selection, and classification.
- **MoDyCo** is a linguistics team dedicated to studying linguistic mechanisms and the impact of linguistic variations on language functioning.

### Post-doc project:

The fellow will work on designing the experimental plan from both:

- A **statistical perspective**: sampling methods and consideration of relevant covariates such as age, sex, linguistic biography factors (spoken languages, age of acquisition), executive capacities, disease stage, or handedness.
- A **linguistic perspective**: selecting experimental conditions and stimuli.

The fellow will implement and conduct the experiment, develop statistical methods specific to the project using the collected data, and leverage EEG data from similar projects within the lab. They will also develop original methods tailored to the specific types of data and their joint analysis, with the goal of identifying EEG and behavioral markers characteristic of early disease stages and making them accessible for diagnostic procedures.

This work will be conducted in an interdisciplinary setting, benefiting from the expertise of both teams.

### Post-doc profile:

The candidate must have solid experience in linguistics and/or applied statistics and hold a Ph.D. in one of these fields.

- Strong training in statistics and/or quantitative linguistic statistics is required.
- Significant experience in programming (e.g., R) is highly desirable.
- Proficiency in written and spoken French and English is mandatory.

The candidate will collaborate with all project members (linguists from MoDyCo, neurologists from Lariboisière Hospital, and statisticians from Modal'X) to design and conduct the experiment.

### Salary

Net monthly salary: €2,300 to €2,780 (depending on experience) for 12 months.

### Starting date

Desired start date: 2025.

### Contact:

Emilie Lebarbier ([emilie.lebarbier@parisnanterre.fr](mailto:emilie.lebarbier@parisnanterre.fr)), Thierry Dumont ([thierry.dumont@parisnanterre.fr](mailto:thierry.dumont@parisnanterre.fr)), Patrice Bertail ([patrice.bertail@parisnanterre.fr](mailto:patrice.bertail@parisnanterre.fr)) et Karin Heidlmayr ([kheidlma@parisnanterre.fr](mailto:kheidlma@parisnanterre.fr))