

# Application BASTRI

## Fiches Equipes

### MIND (SR0921IR)

modèles et inférence pour les données de Neuroimagerie  
PARIETAL (SR0367NR) □ MIND

**Statut:** Décision signée

**Responsable :** Philippe Ciuciu

**Mots-clés de "A - Thèmes de recherche en Sciences du numérique - 2024" :** A3.1.1. Modélisation, représentation , A3.4.1. Apprentissage supervisé , A3.4.2. Apprentissage non supervisé , A3.4.4. Optimisation pour l'apprentissage , A3.4.5. Méthodes bayésiennes , A3.4.6. Réseaux de neurones , A3.4.8. Apprentissage profond , A6.2.4. Méthodes statistiques , A6.2.6. Optimisation , A9.2. Apprentissage , A9.3. Analyse de signaux (vision, parole, etc.) , A9.7. Algorithmique de l'intelligence artificielle

**Mots-clés de "B - Autres sciences et domaines d'application - 2024" :** B1.2. Neurosciences et sciences cognitives , B1.2.1. Compréhension et simulation du cerveau et du système nerveux , B1.2.2. Sciences cognitives , B1.2.3. Neurosciences computationnelles , B2.6.1. Imagerie cérébrale

**Domaine :** Santé, biologie et planète numériques  
**Thème :** Neurosciences et médecine numériques

**Période :** 01/04/2022 -> 31/03/2026  
**Dates d'évaluation :**

**Etablissement(s) de rattachement :** CEA-SACLAY  
**Laboratoire(s) partenaire(s) :** CEA NEUROSPIN

**CRI :** Centre Inria de Saclay  
**Localisation :** Centre de recherche Inria de Saclay  
**Code structure Inria :** 111104-0

**Numéro RNSR :** 202224253W  
**N° de structure Inria:** SR0921IR

### Présentation

**MIND** est une équipe-projet Inria commune avec le CEA (centre NeuroSpin) dont l'objectif scientifique global est de développer des approches statistiques d'un point de vue théorique et computationnel, et des outils logiciels ouverts pour étudier le fonctionnement et la structure du cerveau tant sur le plan cognitif que clinique. Le domaine des neurosciences fait en effet face actuellement à de nombreux défis inférentiels et computationnels. Pour ce faire, l'équipe s'appuie sur plusieurs modalités d'imagerie cérébrale, comme l'imagerie par résonance magnétique (IRM) fonctionnelle et de diffusion à très haut champ magnétique pour viser la haute résolution spatiale, et des techniques d'électrophysiologie, comme l'électro- et la magnéto-encephalographie, qui elles mesurent l'activité cérébrale en temps réel. Afin d'extraire les informations les plus pertinentes de ces données, l'équipe porte une attention particulière à la résolution de problèmes inverses en 3 voire 4 dimensions, linéaires ou non-linéaires, qui lorsqu'ils sont informés par des modèles biophysiques permettent d'accéder de façon non-invasive à des paramètres quantitatifs d'intérêt dans le cerveau. Par ailleurs, au-delà de répondre aux questions "où, quand et comment peut-on identifier une activité neurale de façon certaine ?" **MIND** s'intéresse à l'analyse des causes induisant l'activité observée dans une aire cérébrale spécifique. Répondre à ces questions à l'aide de programmes informatiques passe par le développement de méthodes de pointe s'appuyant sur l'inférence causale, la logique, la représentation de bases de connaissances et les statistiques en grandes dimensions.

### Axes de recherche

#### Contact

- **Responsable :** Philippe Ciuciu
- **Tél :** 01.74.85.42.20
- **Secrétariat Tél :** 01.74.85.42.36

#### En savoir plus

- Site de l'équipe
- Site sur [inria.fr](http://inria.fr)
- Site du responsable
- Derniers Rapports d'Activité : 2022 , 2023

#### Documents sur la structure

- Intranet
- Privés

#### Décisions

- **15367** (23/03/2022) : création
- **15895** (05/01/2023) : cessation du responsable
- **15896** (05/01/2023) : nomination responsable

#### Localisation

- **Adresse postale :** Centre de recherche Inria de Saclay  
Campus de l'École Polytechnique - Bâtiment Alan Turing 1 rue Honoré d'Estienne d'Orves 91120 Palaiseau France
- **Coordonnées GPS :** 48.714, 2.206

Nous concentrons nos recherches sur quatre thèmes méthodologiques, qui se complètent et se nourrissent, notamment au travers de nouveaux outils logiciels :

1) **Apprentissage machine pour les problèmes inverses en neuro-imagerie**

2) **Bases de données et de connaissances cérébrales hétérogènes**

3) **Statistique et inférence causale en grandes dimensions**

4) **Apprentissage machine de signaux spatio-temporels.**

Ces axes de recherches s'instancient par ailleurs au travers de quatre applications principales :

A) Modélisation prédictive à large échelle (i.e. de population)

B) Cartographie de la cognition et des circuits cérébraux

C) Modélisation de paramètres cliniques

D) Extraction de biomarqueurs quantitatifs issus des signaux et images cérébraux.

Relations industrielles et internationales

Notre équipe travaille localement en étroite collaboration avec l'équipe **Soda** nouvellement créée, comme **MIND**, au sein du centre Inria Saclay, notamment sur les aspects concernant l'inférence causale et les développements logiciels autour de **scikit-learn/nilearn**. Toujours à l'échelle du plateau de Saclay, nous collaborons avec deux autres unités de NeuroSpin, d'abord l'équipe de physiciens de l'unité mixte CEA-CNRS **BAOBAB** avec qui nous implantons les techniques d'imagerie accélérée sur les systèmes IRM haut champ, mais aussi l'unité mixte Inserm-CEA **Unicog** (dir: Stanislas Dehaene) avec laquelle nous développons entre autres des modèles d'encodage des différentes structures du langage au sein du cerveau chez le sujet sain. Au sein d'Inria, **MIND** collabore avec les équipes suivantes : Celeste, OPIS, Empe nn tandis que d'autres équipes sont des utilisateurs de nos outils logiciels (e.g. Potioc à Bordeaux).

Les développements logiciels de l'équipe s'inscrivent dans une dynamique d'*open source* et à ce titre, ils s'appuient sur une communauté de développeurs au sein d'équipes partenaires privilégiées. Concernant le logiciel **nilearn** qui s'appuie sur **scikit-learn** pour décliner des modèles d'apprentissage (encodage, décodage) pour le cerveau humain, citons McGill University, Florida International University, Stanford comme partenaires privilégiés. Concernant le logiciel **MNE**, qui permet d'analyser et de visualiser des signaux neuro-physiologiques, les partenaires académiques principaux sont Harvard Medical School, University of Washington, Aalto university, Boston University, UC Berkeley. L'équipe BrainDynamics de NeuroSpin contribue également à valider les méthodes de MNE et à diffuser le standard **BIDS** pour les signaux MEG et EEG. Concernant le logiciel **PySAP** dédié au traitement d'images bas niveau (reconstruction, restauration, débruitage), nous collaborons avec l'équipe **CosmoStat** de l'Irfu au sein du CEA Saclay. Parmi les collaborations industrielles, mentionnons celle avec Siemens-Healthineers (France et Etats-Unis à Princeton) sur la reconstruction d'image IRM par apprentissage profond ainsi que celle avec META (FAIR) pour étudier les différences entre des modèles automatiques de traitement du langage naturel et l'organisation du langage au sein du cerveau humain. Ces deux collaborations donnent lieu à des encadrements de thèses CIFRE notamment.

Il y a par ailleurs toutes les collaborations industrielles qui entrent dans le cadre du consortium scikit-learn, mais nous ne nous en attribuons pas la paternité, car elles sont portées par Gaël Varoquaux (**Soda**).