

**Stage de recherche M2 ou fin d'étude d'ingénieur (6 mois)  
et thèse de sciences à suivre (3 ans).**

**Projet p-HCP : Premature Human Connectome Patterns:  
mapping the foetal brain development using extreme field MRI**

**Titre du stage**

Étude du développement cérébral prénatal par imagerie multimodale en IRM à champ extrême

**Description du projet**

NeuroSpin (CEA-Saclay), centre de neuroimagerie en champ intense, recrute un(e) stagiaire de niveau Master souhaitant poursuivre en thèse, dans le cadre du Projet: *Premature Human Connectome Patterns: mapping the foetal brain development using extreme field MRI*.

Ce projet d'imagerie vise à explorer *ex vivo* des cerveaux de fœtus humains et de prématurés entre 16 et 40 semaines de gestation (entre 4 et 9 mois) à l'aide d'IRM en champ extrême (11.7T) afin d'établir le premier **atlas *ex vivo* du développement cérébral à l'échelle mésoscopique**, et de poser les bases d'analyse des lésions cérébrales fréquentes chez le grand prématuré, qui donnent lieu à des handicaps définitifs multiples.

Le développement cérébral précoce *in utero* est encore incomplètement connu du point de vue anatomique et microstructurel. La séquence spatiotemporelle de la maturation cérébrale prénatale met en jeu des mécanismes multiples et complexes associant multiplication neuronale et des cellules gliales et oligodendrocytaires, organisation des faisceaux de substance blanche et des couches corticales, début de myélinisation, dans un contexte de croissance cérébrale rapide et de plissement cortical intense. Comment décrire plus finement la spécification des aires corticales ? Comment maturent les connexions entre ces régions ? Comment évolue la microstructure de ces régions et de leurs connexions au cours du développement ?

L'IRM permet d'accéder à des paramètres multiples macroscopiques (volumes, formes, signal...), quantitatifs (relaxométrie T1, et T2), et microstructurels (IRM de diffusion), qui informent sur la structure et l'organisation du tissu cérébral de façon précise, tant au niveau du cortex que de la substance blanche et des noyaux gris centraux.

Les cerveaux de fœtus ou de prématurés décédés seront examinés **en IRM à champ extrême (11,7 teslas) à des résolutions encore inégalées** (100 micromètres pour l'anatomie et 200 micromètres pour la diffusion). Le travail s'inspirera du processus déjà mis au point sur un cerveau d'adulte par l'équipe Ginkgo de NeuroSpin (Projet Chenonceau, C. Poupon, C. Destrieux).

**L'étudiant(e)/le doctorant sera impliqué(e) dans toutes les phases du projet se déroulant à NeuroSpin** : réception des pièces anatomiques fournies par le service d'anatomo-pathologie, mise au point des paramètres d'imagerie en fonction de l'âge du fœtus/prématuré, acquisitions des données, analyse des données d'imagerie, et participation éventuelle au processus de recalage avec les données histologiques réalisées par ailleurs par l'investigatrice principale du projet.

Il s'agit d'un **projet financé sur la période 2022-2025** par l'ANR avec un partenariat constitué de:

- **l'équipe InDev** (Unité U1141 NeuroDiderot, Inserm, UParis), basée à NeuroSpin (CEA Paris-Saclay), dirigée par le D<sup>r</sup> Lucie Hertz-Pannier, MD, PhD. (avec la participation de Y. Leprince, PhD, et J. Dubois, PhD) et spécialisée dans l'étude du neuro-développement humain ;

- **l'équipe Ginkgo** (Unité BAOBAB, UMR 9027, CEA/CNRS-UPSaclay) de méthodologie en IRM et en imagerie des populations, dirigée par le D<sup>r</sup> C. Poupon, PhD (Neurospin) ;
- **l'équipe LIP6** de la faculté de Jussieu dirigée par le Prof. Isabelle Bloch, PhD ;
- **le service d'anatomo-pathologie du CHU Lariboisière** dirigé par le Prof. Homa Biassette, MD, PhD, investigatrice principale du projet.

### **Profil du candidat / de la candidate recherché(e)**

- Diplôme préparé : Master ou Ingénieur
- Intérêt pour les neurosciences et l'imagerie
- Formation en imagerie médicale
- Connaissances en traitement d'images (recalage, segmentation...)
- Goût pour le travail expérimental, notamment sur pièces anatomiques
- Compétences en programmation (Python)
- Bonne maîtrise de l'anglais écrit et oral
- **Un engagement à poursuivre en thèse après le stage de fin d'étude sera un plus important.**

### **Modalités pratiques**

#### **Laboratoire d'accueil :**

Équipe InDev (imagerie du neurodéveloppement), UMR 1141 NeuroDiderot  
Unité de recherche en neuroimagerie applicative clinique et translationnelle (UNIACT)  
NeuroSpin, CEA-Saclay, 91191 Gif sur Yvette

Voir <https://joliot.cea.fr/drf/joliot/recherche/neurospin>

#### **Lieu du stage :**

NeuroSpin, Bâtiment 145  
Allée des Neurosciences  
CEA Paris-Saclay  
91191 Gif-sur-Yvette CEDEX

**Gratification de stage** : selon la grille du CEA (brut mensuel 700€ minimum).

**Période du stage** : Année 2022, puis thèse 2022-2025

**Personnes à contacter** : Les candidatures doivent être envoyées simultanément à

- Lucie Hertz-Pannier (MD, PhD) : [lucie.hertz-pannier@cea.fr](mailto:lucie.hertz-pannier@cea.fr)
- Yann Leprince (PhD) : [yann.leprince@cea.fr](mailto:yann.leprince@cea.fr)