



Ingénieur H/F en CDD en charge du développement de codes de calcul à haute performance (HPC), de visualisation à haute performance et de services web pour l'analyse et la mise à disposition de Big Data individuelles de très haute résolution en IRM de diffusion et en microscopie PLI

CDD 2 ans

1. Description du poste

L'équipe Ginkgo de l'Unité BAOBAB de NeuroSpin (dirigée par Cyril Poupon) travaille au développement de méthodes d'inférence de la connectivité anatomique et de la microstructure du cerveau humain à très haute résolution, en étroite collaboration avec l'équipe Fiber Architecture dirigée par le Pr. Markus Axer de l'Institut de Neurosciences et de Médecine du Forschungszentrum Jülich (INM 1, FZJ, Jülich).

Initiée dans le cadre du Human Brain Project (HBP, <https://human-brain-project.eu>) depuis plus de dix ans, cette collaboration s'est renforcée au travers de la création de l'Institut franco-allemand AIDAS créé conjointement par le CEA et le FZJ, qui vise notamment au déploiement des techniques de calcul à haute performance et d'intelligence artificielle pour cartographier le cerveau humain à des échelles spatiales jamais atteintes jusqu'à présent. Les équipes Ginkgo et Fiber Architecture s'intéressent plus précisément aux connexions cérébrales et ont développé depuis plus de 2 décennies des expertises en IRM de diffusion, en imagerie optique polarisée (ou PLI) et en reconstruction des fibres (ou tractographie) qui permettent aujourd'hui l'inférence des connexions cérébrales à partir de données d'IRM de diffusion acquises *in* ou *ex vivo*, ou à partir de données microscopiques *ex vivo* de PLI. Récemment, dans le cadre du projet HBP, l'équipe de NeuroSpin a scanné une pièce anatomique (mise à disposition par l'équipe du Pr Christophe Destrieux de l'unité iBrain de Tours) pendant plus de deux années sur un instrument d'imagerie par résonance magnétique (IRM) doté d'un champ magnétique de 11.7 tesla qui a permis d'obtenir pour la première fois au monde sur un cerveau complet des données d'imagerie anatomique et de diffusion de résolution mésoscopique (~100um). En parallèle, les équipes française et allemande ont scanné en IRM et scannent actuellement en PLI une seconde pièce anatomique qui devrait permettre d'obtenir des données de résolution microscopique de ces connexions sur l'ensemble du cerveau.

Les deux équipes développent actuellement de nouvelles méthodes d'inférence de la connectivité anatomique (dite également de tractographie) qui reposent sur un modèle de verres de spin permettant une approche globale du problème plus robuste au bruit des images et plus enclin à permettre la reconstruction du problème inverse d'inférence des connexions à partir de l'information locale de leur directionnalité. Elles développent également de nouveaux modèles locaux des processus biophysiques en jeu en IRM de diffusion et en PLI qui permettent d'estimer localement des paramètres caractéristiques de la microstructure du tissu cérébral

(dont la direction locale des fibres axonales) à l'aide d'approches innovantes combinant simulation numérique à large échelle et apprentissage profond. Compte tenu de la taille des données acquises dans le cadre du projet HBP dépassant largement le téraoctet, ces développements ont été réalisés en prenant en compte la nécessaire compatibilité avec les supercalculateurs à disposition des centres de calcul des 2 équipes (le Très Grand Centre de Calcul (TGCC) accessible via l'IR* GENCI en France, et le Jülich Supercomputing Center (JSC)) afin de tirer partie de leur puissance de calcul et ainsi contenir la durée de l'analyse de ces données hors du commun dans une fourchette acceptable. Les premiers résultats sont encourageants et conduisent l'équipe à pousser plus loin les développements initiés dans le cadre de l'institut AIDAS, en particulier dans le cadre de l'Action Spéciale pour l'IA du plan IA porté par le CEA.

En particulier, il devient nécessaire de développer d'une part de nouvelles approches de visualisation des Big Data produites par l'algorithme d'inférence de la connectivité développé par l'équipe Ginkgo, mais également de rendre disponible ces Big Data et ces nouveaux outils à toute la communauté neuroscientifique au travers de web-services qui permettront d'une part de donner accès aux connectomes cérébraux humains reconstruits en ligne et d'autre part d'interroger les données pour répondre à des questions de neuroscience (clinique ou fondamentale).

Dans cet objectif, l'équipe Ginkgo de l'unité BAOBAB de NeuroSpin cherche à recruter à partir du mois de septembre 2023 et pour une durée de 2 ans un ingénieur CDD en calcul à haute performance (HPC), visualisation à haute performance (Web-GL) et web-service.

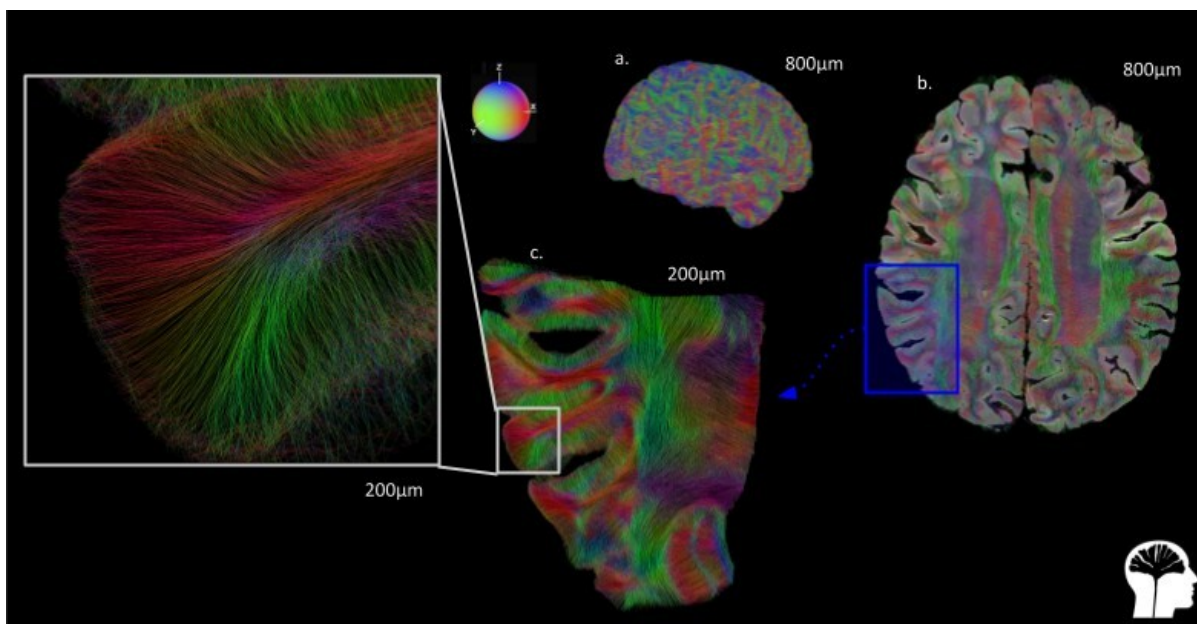


Figure 1 - illustration du jeu de données Chenonceau acquis dans le cadre du Human Brain Project à la résolution mésoscopique en IRM de diffusion: reconstruction préliminaire des connexions cérébrales générées avec un algorithme de tractographie globale nécessitant l'utilisation du super calculateur du Très Grand Centre de Calcul (TGCC, Bruyères-le-Château).

2. Profil du poste

Doté d'un diplôme d'ingénieur (ou équivalent), le candidat devra posséder les compétences informatiques suivantes:

- développement logiciel dans les langages C++ et Python,
- computer graphics avec une maîtrise des technologies OpenGL et Web-GL,

- développement de web-services (via l'utilisation du web toolkit <https://www.webtoolkit.eu/wt>), ainsi qu'une maîtrise :
- du design logiciel orienté objet (design patterns, ...),
- des outils de versionnage conventionnels (git) et des dépôts associés (GitLab, GitHub),
- des outils de conteneurisation (Docker, Singularity).

Des connaissances en neuroimagerie seraient un plus. Le candidat devra savoir travailler de manière autonome, avoir un goût prononcé pour le travail en équipe, et être familier de la conduite de projets internationaux (maîtrise de l'anglais tant à l'écrit qu'à l'oral).

Dans le cadre de cette mission, le candidat sera amené à se rendre régulièrement au sein des unités partenaires à Tours et Jülich en Allemagne, afin de participer aux réunions techniques et scientifiques avec les partenaires du projet (iBrain et INMI).

Pour toute candidature, veuillez adresser un CV et une lettre de motivation par voie électronique à ivy.uszynski@cea.fr et cyril.poupon@cea.fr.



Ivy Uszynski

Ingénieure Chercheur

DRF/Joliot/NeuroSpin/BAOBAB/GAIA/Ginkgo
Centre de Saclay, Bât 145, Point courrier 156

—
(+33) 01 69 08 00 78





Engineer in charge of the development of high performance computing codes (HPC), high performance visualization and web-services for the analysis and availability of individual high-resolution BigData in diffusion MRI and PLI microscopy

2 years contract

1. Job description

The Ginkgo team of the BAOBAB unit of NeuroSpin (led by Cyril Poupon) works on the development of new methods to infer the anatomical connectivity and microstructure of the human brain at very high resolutions, in close collaboration with the Fiber Architecture team led by Pr. Markus Axer from the Institute of Neurosciences and Medicine of Forschungszentrum Jülich (INM 1, FZJ, Julich).

Initiated in the context of the Human Brain Project (HBP, <https://human-brain-project.eu>) for more than ten years, this collaboration has strengthened through the creation of the joint AIDAS French-German Institute by CEA and FZJ, aiming at the development of high performance computing and artificial intelligence techniques to map the human brain at unprecedented resolution scales. Both Ginkgo and Fiber Architecture teams are more specifically interested in cerebral connectivity and have developed for more than 2 decades an expertise in diffusion MRI, polarized light imaging (PLI) and fiber reconstruction (or tractography) that allows to have access to the structural connectivity from *in* or *ex vivo* diffusion MRI data, or from *ex vivo* microscopic PLI data. Recently, in the frame of the HBP project, the NeuroSpin team scanned an *ex vivo* human brain (provided by Pr. Christophe Destrieux' team of the iBrain unit, Tours) for more than two years on a magnetic resonance imaging (MRI) scanner with an 11.7 tesla magnetic field. This enabled for the first time to obtain mesoscopic anatomical and diffusion MRI data (~100 μ m) on a whole brain. At the same time, the French and German teams have been scanning using MRI and PLI a second sample that should pave the way towards microscopic resolution information on whole-brain structural connectivity.

Both teams develop new methods to compute the human connectome (or tractogram) that rely on a spin glass model (global tractography) that is more robust to noise. They also develop new local models of the biophysical processes at stake in diffusion MRI and PLI in order to locally infer the characteristics of the microstructure of the brain tissue (e.g. local direction of axonal fibers) using innovative approaches combining large scale numerical simulations and deep learning. These developments were designed to be compatible with the use of supercomputers, such as TGCC in France and the Jülich Supercomputer Center (JSC), so that the resulting large amount of data (>1To) could be processed in a reasonable time. First encouraging results have led the team to push developments further in the AIDAS framework, and in particular in the context of the AI plan driven by CEA.

It has now become mandatory to adapt our existing visualization tools to the BigData generated by the structural connectivity algorithms of the Ginkgo team, with the possibility to

make these new tools and data available for the scientific community through web-services where the human brain structural connectomes could be challenged to answer fundamental or clinic neuroscience questions.

In this context, the Ginkgo team of the NeuroSpin/BAOBAB unit is looking for a 2-year contract engineer in HPC, high performance visualization (WebGL) and web-services starting september 2023.

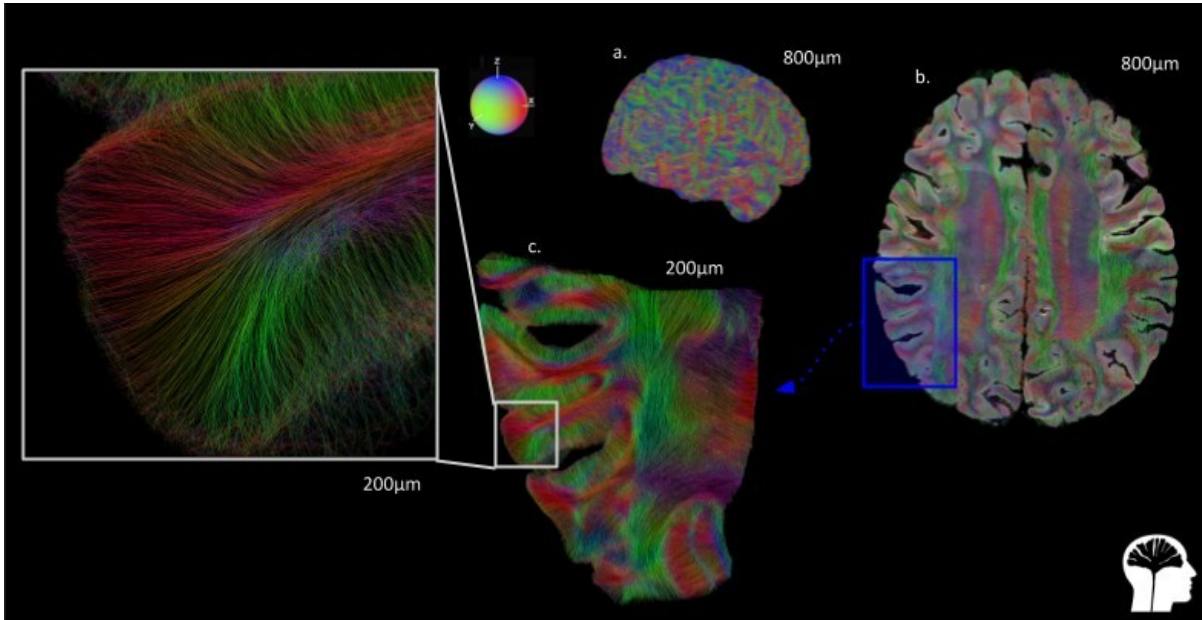


Figure 1 - The Chenonceau project acquired in the context of the Human Brain Project with a mesoscopic resolution in diffusion MRI; preliminary reconstruction of the cerebral connections reconstructed with a global tractography algorithm for which the CEA super-computer (TGCC, Bruyères-le-Châtel) was required..

2. Position profile

With an engineering degree (or equivalent), the applicant should have solid experience with:

- software development in C++ and Python,
 - computer graphics with OpenGL and Web-GL expertise,
 - web-service development (via the WebToolkit <https://www.webtoolkit.eu/wt>),
- as well as proficiency in:
- object-oriented software architecture (design patterns, ...),
 - versioning tools (git) and corresponding repositories (GitLab, GitHub),
 - containerization tools (Docker, Singularity).

Neuroimaging knowledge would be appreciated. The applicant should be autonomous in his work, with a taste for team work, and should be at ease with international projects (oral and written english proficiency).

During this contract, the recruited engineer will be meeting with our Tours (iBrain) and Jülich (INM1) collaborators within their workplace on a regular basis to discuss the scientific and technical questions of the project.

To apply, please send a resume and a cover letter to ivy.uszynski@cea.fr and cyril.poupon@cea.fr.