



Sujet 3 - Imagerie multimodale IRM-TEP : implémentation d'une méthode de modélisation TEP dynamique

Stage de 4 à 6 mois, démarrage février-mars 2018

Projet LILI "Lyon Integrated Life Imaging: hybrid MRI-PET"; Lyon, France

Contexte :

L'IRM-TEP hybride permet l'acquisition simultanée de l'information fonctionnelle par tomographie par émission de positons (TEP), et des informations fonctionnelles ou structurales par imagerie par résonance magnétique (IRM). Les deux modalités sont complémentaires : la TEP offre une sensibilité inégalée à un niveau moléculaire, alors que l'IRM offre un excellent contraste des tissus mous ainsi qu'un certain nombre d'informations supplémentaires (diffusion de l'eau, circulation sanguine, tractographie, spectroscopie). L'acquisition simultanée est cruciale pour comprendre de nombreux aspects des fonctions physiologiques.

Un examen IRM-TEP dynamique cérébral s'effectue sur 60 à 90 minutes après l'injection intraveineuse d'un radiotracer nécessaire à l'imagerie TEP, spécifique d'un récepteur d'un neurotransmetteur. Pour certains traceurs, la TEP dynamique permet également d'effectuer des images paramétriques de la décharge d'un neurotransmetteur endogène. L'analyse des données de TEP dynamique cerveau s'effectue sur les courbes d'activité temporelles (CAT) relevées sur des structures cérébrales cibles et d'une région de référence. Ces CAT sont modélisées par un modèle compartimental. En IRM-TEP, il est particulièrement intéressant et potentiellement utile de bénéficier de l'information de l'IRM pour modéliser plus précisément la dynamique TEP.

Environnement :

La première IRM-TEP simultanée de France, une Siemens Biograph mMR, a été installée au CERMEP, le centre d'imagerie multimodale dédié à la recherche de Lyon. Le projet LILI est organisé autour d'un noyau d'équipes de recherche pratiquant l'imagerie pour des recherches biomédicales. Elles fournissent un environnement avec des compétences pluridisciplinaires nécessaires pour le développement rapide et fiable de l'imagerie IRM-TEP, dans les domaines de la physique, de l'analyse d'image multimodale, de la quantification et la modélisation en TEP, et de l'expérimentation préclinique et clinique. Le stagiaire retenu rejoindra l'équipe de méthodologistes en IRM-TEP au sein du CERMEP.

Sujet du stage :

Le but du stage est d'implémenter une méthode (lp-ntPET) de modélisation des cinétiques TEP tenant compte de la décharge du neurotransmetteur endogène en compétition avec le traceur TEP spécifique.

Cette méthode est publiée et décrite dans plusieurs articles (1, 2, 3). Elle a fait l'objet d'une implémentation MATLAB au CERMEP, et d'une évaluation de l'efficacité sur des données simulées. Elle nécessite néanmoins une nouvelle implémentation dans un langage de programmation compilé (C, C++) afin d'optimiser la méthode de résolution numérique et de réduire le temps de calcul.

Déroulement du stage :

- Lecture et analyse de la bibliographie sur la méthode lp-ntPET
- Prise de connaissance de l'implémentation existante de la méthode en Matlab
- Analyse de l'algorithme et recherche des méthodes d'optimisation
- Implémentation d'un programme exécutant la modélisation sur des données cinétiques 1D et sur des données d'imagerie 4D (3D + temps)
- Mise en œuvre sur des données réelles acquises sur l'imageur IRM-TEP dans le cadre de protocoles de recherche cliniques et précliniques
- Evaluation de la possibilité de réduction du degré de liberté des paramètres de modélisation TEP avec des informations paramétriques issues de l'IRM acquise simultanément
- Analyse des performances de la méthode à partir de données TEP simulées par le simulateur TEP SORTEO (4, 5)
- Mise à disposition du programme de modélisation lp-ntPET pour la communauté de chercheurs utilisateurs de l'IRM-TEP



CERMAP
imagerie du vivant

mr - pet
Lili
hybrid imaging
CESAME

Il s'agit d'un travail de développement informatique en traitement d'images dédié à l'imagerie cérébrale. La programmation s'effectuera en langage C++ et Matlab principalement, avec l'aide de bibliothèques développées par des équipes académiques travaillant dans le domaine de l'imagerie.

Les données expérimentales sont disponibles, issues de protocoles de recherche biomédicales sur la stimulation à courant continu transcrânienne (TDCs), et sur des données d'IRM-TEP pharmacologiques précliniques.

Le candidat :

Ce stage convient à un étudiant en ingénierie informatique, génie électrique ou génie biomédical possédant un intérêt fort pour les sciences du vivant, voulant développer ses connaissances et son savoir faire dans le domaine de l'imagerie biomédicale. Le stage peut se dérouler en 3-4 mois ou 5-6 mois selon le niveau de formation, et les composantes optionnelles du programme de travail proposé.

L'encadrement :

L'étudiant sera encadré par Zacharie Irace (PhD), Inés Mérida (PhD) et Nicolas Costes (PhD), ingénieurs de recherche sur la plateforme IRM-TEP au CERMEP.

Le stage se déroulera au CERMEP - Imagerie du vivant (Centre d'Etude Multimodal et Pluridisciplinaire, <http://www.cermep.fr/>), Pôle Hospitalier Lyon Est, 59 bd Pinel, Lyon 3ème.

Le sujet de ce stage est prévu pour un travail d'une durée de 4 à 6 mois

La convention de stage prévoit une indemnité réglementaire (env. 530€/mois)

Informations et contact :

Nicolas Costes (costes@cermep.fr)

Pour postuler envoyer un CV ainsi qu'une lettre de motivation par voie électronique.

References:

1. Kim, S. J., Sullivan, J. M., Wang, S., Cosgrove, K. P., & Morris, E. D. (2014). Voxelwise lp-ntPET for detecting localized, transient dopamine release of unknown timing: Sensitivity Analysis and Application to Cigarette Smoking in the PET Scanner. *Human Brain Mapping*, 35(9), 4876–4891. <http://doi.org/10.1002/hbm.22519>
2. Normandin, M. D., Schiffer, W. K., & Morris, E. D. (2012). A linear model for estimation of neurotransmitter response profiles from dynamic PET data. *Neuroimage*, 59(3), 2689–2699. <http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.07.002>
3. Wang, S., Kim, S., Cosgrove, K. P., & Morris, E. D. (2016). A framework for designing dynamic lp-ntPET studies to maximize the sensitivity to transient neurotransmitter responses to drugs_ Application to dopamine and smoking, 1–14. <http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.10.019>
4. Reilhac, A., Lartzien, C., Costes, N., & Sans, S. (2004). PET-SORTEO: A Monte Carlo-based simulator with high count rate capabilities. *IEEE Transactions on Nuclear Science*.
5. Reilhac A, Sjolholm T, Thomas BA, Irace Z, Merida I, Villien M, Redoute J, and Costes N. 2016. "Validation and application of PET-SORTEO for the geometry of the Siemens mMR scanner." Poster presentation at PSMR, Cologne, Germany, May 23-25, 2016.