

# Imagerie Quantitative Simultane TEP-IRM; Quantitative Simultaneous PET-MR Imaging

## Mots clés :

- **Directeur de thèse** : georges EL FAKHRI
- **Co-encadrant(s)** :
- **Unité de recherche** : LABORATOIRE D'IMAGERIE FONCTIONNELLE
- **Ecole doctorale** : École Doctorale Informatique, Télécommunications, Électronique de Paris
- **Domaine scientifique principal**: Divers

## Résumé du projet de recherche (Langue 1)

Projet : Le but de ce projet de thèse est de développer et valider de nouvelles méthodes quantitatives dans le cadre de l'imagerie simultanée TEP-IRM et de déterminer la faisabilité de ces approches sur des animaux et patients atteints de maladies psychiatriques et/ou neurologiques. Contexte : Avec les développements continus de la résolution des scanners TEP (3-4mm FWHM), les effets délétères des mouvements du patient, volontaires et/ou involontaires, deviennent une source encore plus importante de dégradation des images TEP, obtenues aussi bien lors d'études cliniques qu'en recherche. La technique du gating réduit effectivement les effets du mouvement, mais au prix d'un rapport signal sur bruit fortement réduit dans les images résultantes et d'une augmentation importante du volume des données. La restriction mécanique des mouvements du patient avec des systèmes de blocage physique de la tête ou du corps aide à restreindre les effets du mouvement, mais des mouvements volontaires de l'ordre de 1-5mm subsistent malgré tout. Dans l'imagerie corps entier, les mouvements involontaires (physiologiques) sont encore plus importants, avec par exemple une amplitude du mouvement diaphragmatique et des organes sous-jacents pouvant aller jusqu'à ~2cm [1]. La respiration et le mouvement des organes sont des sources importantes de dégradation de la qualité des images, causant des flous et artefacts supplémentaires [2]. En effet, la résolution des images TEP abdominales est réduite jusqu'à 6-10mm [3], indépendamment de la résolution intrinsèque du scanner. Cela influe directement sur la qualité diagnostique des images TEP reconstruites et de ce fait, des lésions hépatiques peuvent devenir indétectables. Même lorsqu'elles sont détectées, ces lésions ont un SUV (« Standard Uptake Value ») bien en-dessous du SUV vrai, à cause de ce mouvement respiratoire [4,5]. L'imagerie simultanée TEP-IRM est une nouvelle et prometteuse modalité qui suscite un grand intérêt dans la communauté médicale et offre à la communauté scientifique de nombreuses perspectives de recherche. À la différence de l'imagerie séquentielle TEP-CT, l'acquisition simultanée des données IRM et TEP offre la possibilité d'incorporer des informations aussi bien anatomiques, fonctionnelles ou de mouvement provenant de l'IRM dans le modèle de reconstruction des images TEP. L'hypothèse sur laquelle se base ce projet de recherche étant que l'ajout de l'information additionnelle IRM dans le processus de reconstruction des images TEP entraînera une amélioration substantielle des images reconstruites notamment en termes de détection des lésions et d'estimation des concentrations locales d'activité.

## Résumé du projet de recherche (Langue 2)

Le but de ce projet de recherche est d'augmenter de façon importante la résolution spatiale, le rapport signal sur bruit et de ce fait, la qualité diagnostique des images TEP reconstruites, en utilisant l'information de mouvement temps réel fournie par l'acquisition simultanée d'images IRM grâce au scanner corps entier TEP-IRM, dont le Massachusetts General Hospital a fait l'acquisition. En effet, l'information IRM serait introduite comme contrainte sur le processus de reconstruction TEP rendant l'image TEP plus quantitative. Des résultats préliminaires prometteurs obtenus grâce à des acquisitions simultanées TEP-IRM sur phantômes cérébraux et corps entiers mimant la respiration humaine montrent une augmentation significative des valeurs du SUVmax et une réduction importante du bruit des images TEP reconstruites en incorporant l'information de mouvement déterminée grâce à des images IRM taggées acquises simultanément [6]. Ce projet de recherche aura pour but de développer un nouveau modèle de reconstruction itérative TEP faisant usage de l'information de mouvement non rigide 3D fournie par l'imagerie IRM, aussi bien dans les cartes d'émission que de transmission. Les méthodes développées seront validées dans un premier temps sur des simulations réalistes Monte-Carlo et leurs performances seront ensuite évaluées pour le diagnostic de petites lésions abdominales chez le lapin ainsi qu'en imagerie cérébrale de singes rhesus. Ces nouvelles méthodes utilisant l'information IRM dans le processus de reconstruction TEP seront également utilisées pour analyser les images cérébrales TEP-IRM de patients ayant des troubles de la mémoire (Mild Cognitive Impairment ou MCI) ainsi que des patients psychiatriques dépressifs (Major Depression Disorder). L'objectif de cette application est de caractériser de façon fiable l'intégrité des réseaux fonctionnels cérébraux chez ces patients.

## Informations complémentaires (Langue 1)

Cette thèse sera encadrée par Georges El Fakhri (responsable du NMMI Division au MGH, Professeur de Radiology a Harvard Medical School, et membre de l'unité UMR-S 678 INSERM-UPMC) et Marie Odile Habert (MCU-PH, UPMC, co-responsable de l'équipe IMPARABL de l'unité UMR-S 678 INSERM-UPMC). Une partie majeure de la thèse s'effectuera a Harvard Medical School a Boston, USA. Le financement de la thèse est assuré sur la durée des 3 ans par un grant obtenu auprès du MGH/Harvard.

## Informations complémentaires (Langue 2)

References bibliographiques: 1. Davies S, Hill A, Holmes R, Halliwell M, Jackson P. Ultrasound quantitation of respiratory organ motion in the upper abdomen. *British journal of radiology*. 1994;67(803):1096. 2. Lamare F, Carbayo M, Cresson T, et al. List-mode-based reconstruction for respiratory motion correction in PET using non-rigid body transformations. *Physics in Medicine and Biology*. 2007;52(17):5187-5204. 3. Daou D. Respiratory motion handling is mandatory to accomplish the high-resolution PET destiny. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. 2008;35(11):1961-1970. 4. Nehmeh SA, Erdi YE, Ling CC, et al. Effect of respiratory gating on quantifying PET images of lung cancer. *Journal of Nuclear Medicine*. 2002;43(7):876-881. 5. Bundschuh R, Martínez-Möller A, Essler M, Nekolla S, Ziegler S, Schwaiger M. Local motion correction for lung tumours in PET/CT—first results. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. 2008;35(11):1981-1988. 6. B. Guerin, T. Reese et al. PET motion compensation in the lower abdomen using simultaneous tagged-MRI and PET imaging. *Med. Phys.* 38, 3025 (2011); doi:10.1118/1.3589136 (14 pages) 7. Chun S.Y., Reese T., Guerin B., Catana C., Zhu X., Alpert N., El Fakhri G. Tagged MR-based Motion Correction in Simultaneous PET-MR. *J. Nucl. Med.* 2012; 1284-1291 (Featured cover article). 8. Ouyang J., Li Q., El Fakhri G. MR-based Motion Correction for PET Imaging. *Semin. Nucl. Med.* 2012; 43: 60-67.