
Changement de paradigme en imagerie par tomographie d'émission de positons

DIRECTEUR DE THESE : DAVID BRASSE

IPHC, 23 RUE DU LOESS, 67037 STRASBOURG CEDEX

TEL : 03 88 10 64 18 ; E-MAIL : DAVID.BRASSE@IPHC.CNRS.FR

L'équipe d'imagerie moléculaire de l'IPHC participe à l'amélioration des modules de détection de rayonnements ionisants. Au carrefour de la physique, de la chimie, de la biologie et de la médecine, l'équipe participe à de nombreux programmes pluridisciplinaires, faisant de l'imagerie biomédicale une technologie performante au service de l'être humain. Le groupe offre toute l'expertise nécessaire au développement instrumental dans le domaine de l'imagerie, et plus particulièrement des modalités d'imagerie "nucléaire" telles que TEP et TEMP.

La mesure du temps de vol (ToF) en imagerie par tomographie d'émission de positons (TEP) est l'une des voies actuelles pour augmenter le rapport signal sur bruit des images reconstruites et ainsi améliorer la qualité des images. Une alternative à l'acquisition par tomographie d'émission de positons TEP classique implique l'utilisation d'isotopes γ - β^+ , tels que le ^{44}Sc et le ^{152}Tb . L'exploitation d'une acquisition 3γ permet d'enrichir éventuellement l'information ToF. En effet, la détection du prompt- γ supplémentaire aide à contraindre davantage l'origine d'annihilation reconstruite. C'est dans ce contexte que nous avons créé un consortium national avec comme partenaires les laboratoires IJCLab, Subatech et IPHC de l'IN2P3 et le LATIM, un laboratoire de l'INSERM. Ce projet a été conçu pour explorer, voire repousser, les limites actuelles de l'imagerie TEP clinique grâce à un nouveau paradigme de système TEP basé sur la technologie LiquidO, dont le potentiel de rupture est proposé et étudié dans le cadre de ce projet. Le défi est de construire le premier prototype de détecteur LPET permettant de démontrer les capacités d'une telle approche.

Objectif de la thèse

Le scintillateur organique utilisé dans le cadre du projet favorise l'interaction des photons de 511 keV par effet Compton. Pour chaque photon de 511 keV issu de l'annihilation du positon, en moyenne nous attendons une quinzaine d'interactions Compton dont les toutes premières transfèrent la majorité de l'énergie. De plus, la particularité du matériau utilisé est de confiner la lumière de scintillation près de chaque point d'interaction Compton par diffusion Mie. Le volume sensible du détecteur est échantillonné par un maillage de fibres optiques lues de chaque côté par des photodétecteurs et une électronique précise au photoélectron unique. La collection de signaux à chaque extrémité des fibres nous permet de reconstruire la « trace » laissée par chaque événement. Remonter à la première interaction Compton est crucial pour correctement reconstruire les événements en coïncidence.

Le sujet de thèse a comme premier objectif l'optimisation de la reconstruction des interactions dans le détecteur. Dans une seconde phase, les travaux de thèse consisteront à prendre en compte le gamma prompt dans le cadre d'une acquisition 3γ pour contraindre davantage l'origine d'annihilation reconstruite.

Les méthodes et outils utilisés pourront s'appuyer sur des approches d'algorithmes statistiques et issus du domaine de l'intelligence artificielle.

Le projet de thèse s'effectuera au sein d'une collaboration nationale avec comme principal objectif de participer au développement du premier système d'imagerie TEP basé sur la technologie LiquidO.