



Proposition d'un sujet de stage de Master de Recherche en Physique*

Titre du Stage : Caractérisation de nouveaux matériaux pour la détection des neutrons thermiques par la technique de simulation Monte Carlo (Geant4) : Application à des scintillateurs en verre de silicate de lithium activés par des terres rares et à des nouveaux polymères scintillateurs dopés au lithium.

Encadrant(s) : Chedly Souga **Email :** sougachedly60@gmail.com **Etablissement :** Ecole Polytechnique de Tunis

Structure de Recherche : FST

Le Stage sera suivi par une thèse : oui

Résumé du travail :

Le développement de la recherche fondamentale en physique nucléaire et physique des particules à haute énergie nécessite l'utilisation de détecteurs de plus en plus efficaces. Le fonctionnement des détecteurs de particules est basé sur le principe de transfert d'une certaine quantité d'énergie de la particule à identifier à la matière active du détecteur. Cette énergie est par la suite convertie sous une forme d'un signal électrique. La recherche de nouveaux concepts de détection s'appuie donc fortement sur les progrès réalisés dans le domaine de l'électronique, des nouveaux matériaux et de l'informatique. Jusqu'à présent le détecteur de neutron le plus efficace et le plus largement utilisé est celui à base de d'hélium³. La disponibilité limitée de l'hélium 3 (abondance naturelle de 0.000137 % atomique) et son usage extensif dans ce type de détecteur ont fait que les stocks d'hélium 3 sont en voie d'épuisement. Dans plusieurs laboratoires du monde, les recherches se sont accélérées pour trouver des solutions de substitution à ces détecteurs. Plusieurs idées ont été explorées. Les scintillateurs en verre de silicate de lithium activé par des terres rares (Ce³⁺, Tb³⁺, Eb³⁺, Er³⁺) et scintillateurs en polymère dopés au lithium enrichi en ⁶Li (et également au bore enrichi en ¹⁰B) et au gadolinium enrichi en Gd¹⁵⁷) ont été proposés comme des alternatives à l'hélium 3. La synthèse de ces matériaux est facile et ne coûte pas très cher. L'électronique utilisée pour récupérer le signal électrique généré par ces matériaux est simple. Dans ce contexte, nous proposons une étude de caractérisation des ces matériaux par la technique de simulation Monte Carlo Géant 4. L'objectif de cette étude est d'évaluer la capacité à détecter les neutrons thermiques en utilisant :

- des nouveaux scintillateurs en verre de silicate de lithium activé par des terres rares (Ce³⁺, Tb³⁺, Eb³⁺, Er³⁺),
- des nouveaux scintillateurs en polymère dopés au lithium enrichi en ⁶Li (et également au bore enrichi en ¹⁰B) et au gadolinium enrichi en Gd¹⁵⁷).

Dans ce but, le code de simulation Monte Carlo GEANT4 sera utilisé pour estimer le coefficient d'atténuation des neutrons thermiques et l'efficacité de capture des neutrons pour ces matériaux dans

*NB :

- L'étudiant doit contacter l'encadrant pour plus d'information.
- L'étudiant ne peut commencer son sage qu'après accord de la commission du Master (signature de la fiche du stage par les différentes parties).



une large gamme d'énergie neutronique de 0,0253-100 eV. La dépendance de l'efficacité de capture par rapport à l'épaisseur du verre sera également examinée. Certains paramètres d'atténuation des rayons gamma tels que les coefficients d'atténuation de masse (μ_m), le nombre atomique effectif (Z_{eff}), la densité électronique effective (N_{eff}) et la couche de demi-atténuation (HVL) seront également calculés à l'aide du code ParShield dans la gamme d'énergie de 0,103-1,33 MeV. D'autre part, les valeurs du pouvoir d'arrêt total (MSP) et de la portée projetée (PR) seront estimées pour les particules alpha ($4\text{ He } 2^+$) et les tritons (3 H) à l'aide de SRIM dans la plage d'énergie de 0,1-10 MeV. Les propriétés de ces nouveaux matériaux seront comparées à celles du scintillateur en verre de lithium naturel et du scintillateur en verre de lithium enrichi. Cette étude sera prolongée dans le cadre d'une thèse de doctorat, par la synthèse en laboratoire d'un type de verre de silicate de lithium activé par des terres rares ($\text{Ce } 3^+$, $\text{Tb } 3^+$, $\text{Eb } 3^+$, $\text{Er } 3^+$), et sa caractérisation en tant qu'élément de base d'un détecteur à neutrons. Une comparaison entre les résultats de simulation et les résultats expérimentaux sera analysée et interprétée.