

Mesure des fonctions d'excitation (n,alpha) de l'oxygène-16 et du fluor-19 en support au nucléaire de 3^{ème} et 4^{ème} génération

Les fonctions d'excitation (n,alpha) de l'oxygène-16 et du fluor-19 présentent tant du point de vue expérimental que du point de vue évaluation des différences importantes (jusqu'à 30% pour l'oxygène-16 et un facteur 2 pour le fluor-19) se traduisant par des incertitudes conséquentes sur les paramètres macroscopiques d'un certain nombre de concepts de réacteur nucléaire entre, notamment sur la production d'hélium dans les combustibles solides et le facteur de multiplication k_{eff} . Pour les réacteurs à eau sous pression (REP) ou les réacteurs à neutron rapide (RNR), l'impact sur le k_{eff} est de l'ordre de 100 pcm. Pour les réacteurs à sels fondus (RSF), il est de l'ordre de 40 à 150 pcm selon les technologies envisagées.

C'est dans ce contexte que le groupe Aval du Cycle (GrACE) du Laboratoire de Physique Corpusculaire de Caen (LPC Caen) a initié depuis quelques années le développement d'un dispositif expérimental original, l'ensemble SCALP (Scintillating ionization Chamber for ALpha Particle detection in neutron induced reaction) afin de réaliser de nouvelles mesures des fonctions d'excitation (n,alpha) sur ces deux noyaux d'intérêt auprès de différentes installations disponibles en Europe et en particulier la nouvelle ligne neutron NFS (Neutron For Science) à Spiral2 (GANIL, Caen, France). Deux campagnes de mesures ont d'ores et déjà été réalisées, la première à NFS en octobre 2021, la seconde sur l'installation nELBE (Dresde, Allemagne). L'ensemble SCALP est constitué d'une chambre d'ionisation et de quatre photomultiplicateurs permettant la mesure respectivement de l'énergie déposée dans le gaz contenu dans la chambre d'ionisation et la collection de la lumière de scintillation associée lors de l'interaction d'un neutron avec l'un des noyaux du gaz utilisé. Pour l'étude portant sur le fluor-19, le gaz utilisé est du CF₄. Pour l'oxygène-16, du CO₂ est ajouté à hauteur de 3% au CF₄. L'identification des différentes voies de réaction à deux corps se fait via une sélection en Q de réaction.

L'analyse des données pour le fluor-19 a mis en évidence la présence d'une forte contamination liée à l'hydrogène présent dans l'époxy des électrodes. Elle a aussi mis en évidence la nécessité de moniteurs neutrons complètement et correctement qualifiés sur la ligne NFS.

La thèse proposée consiste à :

- réaliser une nouvelle expérience auprès de NFS, consacrée au fluor-19, en octobre 2025 avec une version améliorée de SCALP, et préparer une expérience dédiée à l'oxygène-16 envisagée pour 2026 ;
- analyser les données issues de la nouvelle mesure réalisée sur le fluor 19 et modéliser la réponse du dispositif expérimental.

Le premier axe nécessite une appétence pour la pratique expérimentale et permettra à l'étudiant d'acquérir les compétences requises en instrumentation nucléaire (interaction rayonnement-matière, scintillation ionisation des gaz, électronique et système d'acquisition). Le second axe implique une bonne pratique de l'outil informatique et permettra à l'étudiant d'acquérir les compétences requises en traitement des données en particulier via l'utilisation du logiciel ROOT et la simulation Monte Carlo du dispositif expérimental via le logiciel GEANT4.

Ce sujet de thèse fait l'objet d'un financement dans le cadre du projet CaeSAR (UCN, LPC Caen) via la Région Normandie.

Contact : fr.lecolley@lpccaen.in2p3.fr