
Etude et caractérisation d'un nouveau système de spectrométrie gamma à bas bruit de fond : Applications aux mesures environnementales

DIRECTEUR DE THESE : PR. ABDELMJID NOURREDDINE
IPHC, 23 RUE DU LOESS, BP 28, 67037 STRASBOURG CEDEX 2
TEL : 03 88 14 65 76 ; E-MAIL : ABDELMJID.NOURREDDINE@IPHC.CNRS.FR

Actuellement, la baisse des niveaux tolérables de radioactivité artificielle dans l'environnement nécessite une amélioration constante des moyens d'analyses. Le développement et la mise au point des méthodes d'analyse multi-élémentaires dans l'environnement, est l'une des principales activités de recherche de l'équipe RaMsEs (Radioprotection et Mesures Environnementales) de l'IPHC. Cette activité englobe les mesures et les analyses de la radioactivité naturelle et artificielle par différentes méthodes de spectroscopie (α , β et γ) au laboratoire et les expertises radiologiques in situ.

Le sujet de la thèse porte sur l'étude et caractérisation de ce nouveau système couplé à un veto anti-cosmique à l'aide des simulations Monte Carlo (MCNP et GEANT) confrontées à des mesures expérimentales. Ce travail mettra l'accent d'une part sur les différentes sources de bruit de fond et leurs contributions dans une mesure de type environnementale et d'autre part sur l'optimisation de la géométrie de l'échantillon à analyser pour une meilleure sensibilité. En effet, les échantillons analysés au laboratoire contiennent souvent des radioéléments naturels et/ou artificiels tels que les descendants des trois familles radioactives (^{238}U , ^{235}U et ^{232}Th), ^{40}K , ^{137}Cs , ^{60}Co , L'identification et la quantification de la plupart de ces radionucléides se fait à l'aide des énergies caractéristiques principales en deçà de 1000 keV sauf pour le ^{40}K à 1461 keV et le ^{60}Co à 1173 et 1332 keV. L'existence en quantités importantes de ces deux radioéléments dans un échantillon donné perturbera les analyses des autres radioéléments. En effet, leurs énergies, qui sont au-delà de 1000 keV, vont créer un fond Compton où seront noyées les énergies des autres radioéléments d'où la détérioration de la limite de détection. L'utilisation d'un anti-Compton permettra de réduire le fond Compton et d'augmenter le rapport signal/fond qui conduira à une meilleure sensibilité. Ces dispositifs permettront d'atteindre des sensibilités de l'ordre de quelques mBq/kg. Ceci permettra de répondre en particulier à la problématique du démantèlement des centrales nucléaires et des mesures environnementales.

En plus de la contribution de la diffusion Compton dans le bruit de fond il y a les rayonnements cosmiques. En effet, un rayonnement cosmique primaire, à son entrée dans l'atmosphère, est composé essentiellement de 86% de proton, 13% de particules alpha et le reste étant des noyaux de masse $A > 4$. Les protons extrêmement énergétiques interagissent avec les noyaux des atomes de la couche atmosphérique (surtout l'oxygène et l'azote) donnant lieu à des cascades de pions, de neutrons et des protons de faibles énergies. Les pions vont créer par interaction forte une composante hadronique (neutron, proton) et des muons qu'on trouve au niveau de sol. Le muon interagit avec la matière d'abord par des processus électromagnétiques à savoir l'ionisation et l'émission de photons de Bremsstrahlung ou par interaction avec le noyau par création de paires (e^- , e^+). Cependant, si ces interactions ont lieu dans le cristal de Ge, elles vont contribuer au bruit de fond du GeHP. Dans ce cas, l'utilisation d'un veto anti-cosmique peut diminuer ou supprimer la contribution des rayonnements cosmiques dans le bruit de fond.