

Caractérisation de l'Environnement Radiatif Naturel Atmosphérique à l'aide du système de spectrométrie des neutrons étendu au domaine des hautes énergies HERMEIS

Adrien Cheminet – Véronique Lacoste – Guillaume Hubert
IRSN/LMDN – ONERA/DESP

Résumé de la présentation :

Les particules ionisantes primaires de l'environnement radiatif spatial, essentiellement des protons issus du rayonnement cosmique et du Soleil, interagissent avec les noyaux des atomes de l'atmosphère. Parmi les processus d'interaction, les particules incidentes les plus fortement énergétiques provoquent des réactions nucléaires. Il en résulte la génération en cascade de gerbes de particules secondaires parmi lesquelles se trouvent les neutrons, les muons ou encore les électrons. Les neutrons atmosphériques, du fait de leur énergie, peuvent être à l'origine d'un certain nombre de problématiques telles que les effets sur l'électronique embarquée, la dosimétrie personnelle des équipages d'avions de ligne ou encore la génération de radionucléides cosmogéniques. Les neutrons présents dans l'atmosphère ont des énergies susceptibles d'être comprises entre quelques meV et plusieurs GeV. Le développement d'un outil permettant la caractérisation et la mesure expérimentales de tels champs neutroniques est une nécessité pour l'étude et la compréhension des phénomènes précités.

Le Laboratoire de Métrologie et Dosimétrie des Neutrons (LMDN) de l'Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire (IRSN) a développé un système de spectrométrie des neutrons par sphères de Bonner, étendu aux domaines des hautes énergies et adaptés aux bas débits de fluence. Ce système nommé High Energy Range Multisphere Extended IRSN System (HERMEIS) a été caractérisé par simulation Monte Carlo et expérimentalement auprès de champs neutroniques de référence. Le Département d'Environnement Spatial (DESP) de l'Office National d'Etudes et Recherches Aérospatiales (ONERA) s'est doté d'un spectromètre HERMEIS dans le cadre de son activité « Mesure et Caractérisation de l'Environnement Radiatif Atmosphérique ».

Une toute première étape a consisté à démontrer la faisabilité des mesures bas flux en altitude en déterminant le bruit intrinsèque des détecteurs en environnement souterrain au Laboratoire Souterrain à Bas Bruit de Rustrel (LSBB). Les premières mesures atmosphériques ont été également réalisées au LSBB, qui possède deux sites aménagés en altitude, à +500 m et +1000 m par rapport au niveau de la mer. Ces deux premières mesures ont permis de s'assurer de la stabilité de l'électronique d'acquisition au cours du temps. Les débits de fluence neutronique obtenus en fonction de l'altitude et des coordonnées géomagnétiques des sites sont également en adéquation avec les informations fournies par la littérature.

Ces étapes préalables de validation étaient nécessaires avant la mise en place du système opérationnel sur une plateforme de mesures à long terme. L'objectif étant d'étudier la variabilité et la dynamique des spectres neutroniques atmosphériques, un site d'altitude élevée a été retenu afin de réduire les durées d'acquisition pour des incertitudes statistiques de comptage souhaitées inférieures au pourcent. Finalement, le spectromètre a été installé à près de 2900 m d'altitude au sommet du Pic du Midi de Bigorre avec l'aide de l'Observatoire Midi-Pyrénées (OMP) depuis le mois de mai 2011.

L'ensemble des résultats de chacune de ces étapes de tests et mesures préliminaires est présenté.