QUALIFICATION D'UN DOSIMETRE ELECTRONIQUE NEUTRONS A BASE DU CIRCUIT INTEGRE ALPHARAD3

DIRECTEUR DE THESE : DANIEL HUSSON
IPHC - GROUPE RAMSES, 23 RUE DU LOESS, 67037 STRASBOURG
TEL : 03 88 10 64 87 ; E-MAIL : DANIEL.HUSSON@UNISTRA.FR

Le circuit AlphaRad3 est un capteur intégré spécifique (ASIC) développé à l'IPHC pour un dosimètre électronique neutrons. La 3è génération réalisée en technologie mixte XFAB 0.35 microns, en cours de tests, doit conduire à un dosimètre opérationnel sur toute la gamme des énergies neutron (meV-MeV). Les résultats publiés sur la version 2 de ce circuit sont très encourageants, avec une efficacité de détection de 100% des secondaires chargés (protons et α) se traduisant par un seuil de sensibilité neutron de quelques microSv (thèse Y.Zhang). Sa consommation électrique inférieure au mW en fait un excellent candidat pour un appareil portatif [1]. La dynamique de détection s'étend à des fluences extrêmes supérieures à 10^9 n/cm2/s. Nous avons aussi démontré [2] la transparence complète de ces capteurs CMOS au fond gamma toutes énergies, paramètre qui représente le point faible de tous les dispositifs existants. Le stage en cours (A.Gallo) doit confirmer ces chiffres pour le circuit dans sa version actuelle qui bénéficie des ouvertures dans l'oxyde de silicium en face avant (exclusivité XFAB). Ceci permettra de monter sur un même support électronique plusieurs capteurs intégrés, sans amincissement et sans complication de microconnectique. M.Gallo a mis en route d'efficaces simulations SRIM et Geant IV pour l'AlphaRad3 (fig1).

L'étape suivante (thèse) sera de monter un support électronique complet (PCB) au format carte bancaire, équipé de quatre capteurs (chacun de 6.5 mm2) avec leurs convertisseurs adéquats. Ce prototype proche du dosimètre final devra être qualifié intégralement auprès de sources neutrons standard disponibles chez nos collaborateurs de l'IRSN (Cadarache) et du PTB (Braunschweig). La simulation se fera sous MCNPX, logiciel standard pour le transport des neutrons dans le capteur, son encapsulage ainsi que son environnement, qui comprend en particulier le corps humain (simulé par des fantômes féminin/masculin). Un point délicat sera de maîtriser la réponse angulaire, car pour un dosimètre fiable on exige une réponse uniforme à tous les angles. Une étude statistique sur plusieurs capteurs (et donc plusieurs prototypes) serait également du plus grand intérêt.

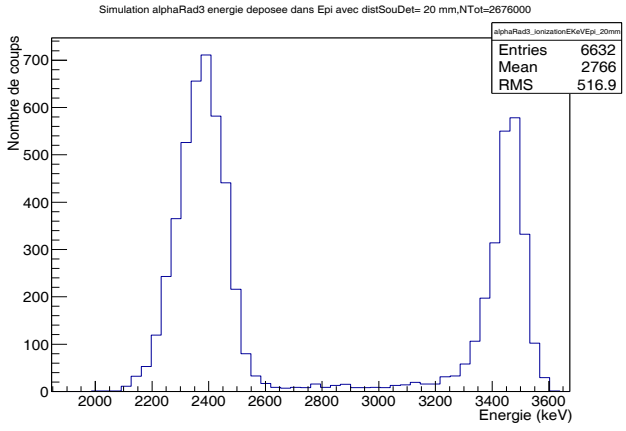

Fig1: Simulation Geant IV (source alpha): le dépôt d'énergie dans le capteur est différent selon que la particule alpha doit franchir 5 microns de SiO_2 ou réussit à passer dans les ouvertures autorisées par la technolgie XFAB 0.35 microns. La statistique (resp. 66% et 34% du total) reproduit exactement le « fill factor » géométrique.

[1] Y.Zhang, D.Husson et al., IEEE Tr.Nuc.Sc.59,4 (2012) 1465

[2] M.Vanstalle, D.Husson et al., Nuc.Instr.Meth.A 662,1 (2012) 45