

LE TÉLESCOPE À PARTICULES COSMIQUES : PRINCIPE DE LA MESURE PAR COÏNCIDENCE

par J.-M. Friedt¹

Nous proposons d'explorer la nature des particules cosmiques en utilisant une combinaison astucieuse de mesures effectuées en points spatialement distincts par plusieurs compteurs Geiger. L'analyse des signaux acquis par ces détecteurs - et en particulier la mesure quasi-simultanée du passage de particules ionisantes par plusieurs détecteurs - permet de compléter l'information de débit de dose par une information de direction d'incidence de la particule. Nous reproduisons ainsi un certain nombre d'expériences, selon une stratégie dite de coïncidence, qui ont permis, il y a plus de 70 ans, d'élucider la nature des particules cosmiques.

1 Introduction

Un détecteur de particules ionisantes [1], par exemple un compteur Geiger [2, 3], convertit un passage de particule en une impulsion de courant observée sous forme d'une impulsion de tension. Un tel détecteur scalaire ne peut discerner la direction d'incidence de la particule qui induit un signal électrique. Par ailleurs, la mesure est polluée par diverses sources de bruits aléatoires (bruit électrique) ou de détection d'événements ne correspondant pas au sujet des investigations (bruit de fond de la radioactivité au sol couvrant le signal des particules cosmiques).

Nous avons mentionné dans un article précédent [4] que le taux d'absorption des particules cosmiques a été utilisé pour invalider la présence de cavités dans une pyramide, ou cartographier les structures sous-terraines de volcans, sans préciser comment il est possible

de connaître la direction dans laquelle se fait l'analyse. De façon générale, la résolution de ce problème se nomme la tomographie, qui consiste à rechercher la structure d'absorbants permettant de justifier l'observation de taux de transmission de particules au travers de cet objet [5].

Nous nous proposons d'exposer ici la méthode expérimentale qui, grâce à la mesure simultanée du passage d'une particule au travers de plusieurs détecteurs, permet d'une part d'éliminer la majorité des sources de bruits (électrique ou radioactivité au niveau du sol) et d'autre part de limiter la mesure uniquement aux particules respectant une direction d'incidence déterminée (Fig. 1) [6, 7]. Cette méthode expérimentale, nommée mesure par coïncidence, a été le sujet du prix Nobel de Physique décerné en 1954 [8, 9].

Le principe est aujourd'hui fort simple mais se heurtait à l'époque à des

difficultés de mise en œuvre expérimentale [8] (comment limiter la mesure à des événements simultanés à une époque précédant la logique numérique telle que nous la connaissons aujourd'hui ?) : seule une particule traversant simultanément deux détecteurs spatialement distincts induit un signal exploitable et est considérée comme provenant de la direction formée par la droite reliant les deux détecteurs. Les bruits non corrélés (fluctuation d'une alimentation électrique, particule provenant d'une source qui n'est pas dans l'alignement des deux détecteurs) sont ainsi rejetés et la mesure se limite aux événements « intéressants ». La notion de simultanéité n'est évidemment pas exacte mais relative à la durée de l'impulsion du signal induit par le passage d'une particule dans le détecteur. Dans le cas de nos expériences, le circuit de mise en forme des impulsions d'un compteur Geiger induit des impulsions d'une durée de 50 μ s. Une particule ne se déplaçant ne serait-ce

¹ Ingénieur dans une société privée, hébergé par le département temps-fréquence de l'institut FEMTO-ST à Besançon