



Figure 9 : En haut : débit de particules détectées par chaque compteur Geiger individuel en fonction de l'épaisseur de plomb placée au-dessus de chaque instrument. En bas : nombre de coups en coïncidence détectés par les deux compteurs en fonction de l'épaisseur de plomb placée au-dessus des instruments. Pour chaque courbe, la ligne noire correspond à l'identification des coefficients minimisant l'erreur au sens des moindres carrés entre les données expérimentales et la loi proposée, et en orange la loi exploitant le coefficient d'absorption de l'autre courbe (donc un coefficient de $0,04 \text{ cm}^{-1}$ pour la courbe du bas et $0,06 \text{ cm}^{-1}$ pour la courbe du haut). Gauche : interprétation de la mesure. La configuration "horizontale" des deux compteurs ne présente qu'une faible probabilité de détection d'une particule incidente (bleu), et seule la création d'une gerbe de particules secondaires (rouge) atteignant "simultanément" les deux compteurs permet d'interpréter les résultats de mesures.

Nous nous plaçons dans la configuration dans laquelle un rayon cosmique incident ne présente qu'une faible probabilité d'interaction avec les deux compteurs en coïncidence (cas de l'angle zénithal de 90°). Dans l'expérience originale [18], trois compteurs Geiger étaient configurés en triangle afin de garantir l'incapacité d'une particule incidente unique de déclencher simultanément les trois détecteurs, et les compteurs Geiger étaient complètement entourés de feuilles de plomb. La durée de chaque mesure est indiquée sur la Fig. 9 en bas : compte tenu du faible nombre de coups observés dans cette configuration, des mesures de plus de 10 h sont nécessaires pour accumuler une statistique suffisante. Ici encore les barres d'erreur sont exprimées comme la racine du nombre de phénomènes observés divisée par le temps de mesure.

Une épaisseur trop faible (ou nulle) de plomb se traduit par un faible taux

de particules secondaires car le rayon cosmique incident n'a pas le temps d'interagir avec la matière. Une épaisseur trop importante de plomb se traduit par une absorption des particules secondaires générées et donc une décroissance du nombre de coups observés en coïncidence par les deux compteurs. Dans cet exemple, les plaques de plomb ne sont situées que au-dessus des capteurs et non autour comme décrit dans l'expérience originale, faute de matière. Le plomb est un élément toxique et difficile à obtenir : nous avons constaté qu'une batterie au plomb n'est pas une source exploitable (plaques de plomb friables) et nous n'avons pas expérimenté avec de la soudure en alliage étain-plomb. Le lecteur plus fortuné pourra reproduire cette expérience avec de l'or qui présente un numéro atomique proche. Une analyse avec divers matériaux serait sûrement instructive [9, Fig. 5], et mériterait à être reproduite avec du fer, cuivre, laiton et autres matériaux/alliages

de numéro atomique suffisamment élevé mais plus facilement accessible.

Plus formellement, les lois choisies pour comprendre ces courbes sont expliquées en détail dans [21]. La courbe du haut de la Fig. 9 indique l'absorption des rayonnements incidents par le bouclier formé des plaques de plomb. Comme toute loi d'absorption du premier ordre, il s'agit d'une loi selon une exponentielle :

$$N=N_1+N_2\exp(-\mu d)$$

avec N le nombre de coups observés par chaque compteur Geiger, N_1 et N_2 un nombre de particules incidentes issues de l'environnement sans traverser les plaques de plomb (N_1) ou les traversant (N_2). Le paramètre important est le taux d'absorption par unité d'épaisseur d de plomb des particules ionisantes : μ . Ce coefficient est identifié comme valant $0,04 \text{ cm}^{-1}$ (trait noir de la figure du haut). La différence de configuration