

Comment mesurer le flux de muons au sol ?

Principe de détection des muons arrivant au sol

Les muons détectés au sol résultent des désintégrations successives engendrées par les particules cosmiques du rayonnement primaire (essentiellement des protons). Ces muons se déplacent à une vitesse proche de celle de la lumière et peuvent arriver avec n'importe quelle direction.

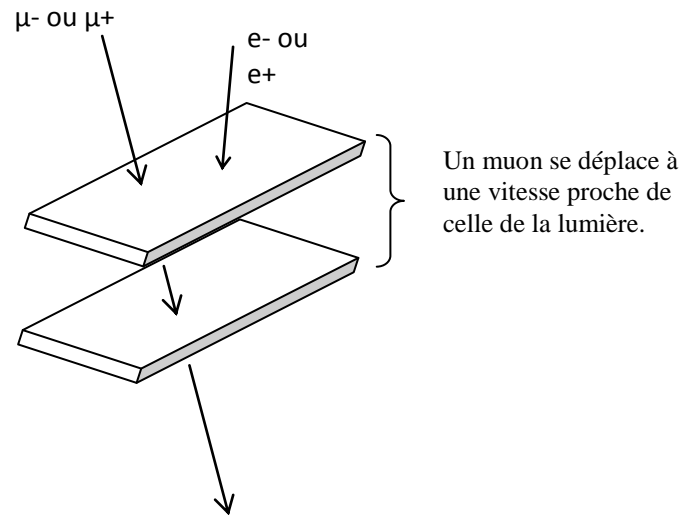
Le flux moyen de muons (noté Φ) reçu au sol en France est typiquement de $130 \text{ muons.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$ au niveau de la mer, taux qui participe à environ 10% de la radioactivité naturelle.

Les muons sont des particules élémentaires portant une charge $\pm e$. Comme ils sont 207 fois plus lourds que les électrons, ils peuvent traverser plusieurs mètres voire kilomètres de matière. Les électrons et les positrons sont quant à eux arrêtés par quelques millimètres de matière.

Le détecteur de muons est constitué de deux scintillateurs connectés à des photomultiplicateurs (PM en abrégé). Lorsqu'une particule chargée traverse un scintillateur, elle excite les molécules de ce dernier. Les molécules se déséxcitent ensuite en émettant de la lumière. Cette lumière est convertie en un signal électrique amplifié ensuite par des photomultiplicateurs. La lumière créée dans un bloc de scintillateur permet donc de détecter le passage d'une particule chargée à travers un scintillateur.

Pour être sûr de détecter des muons et non des électrons ou des positrons provenant de la radioactivité naturelle, le dispositif est constitué de 2 scintillateurs. Si le passage d'une particule est détectée sur deux scintillateurs pendant un intervalle de temps très court de l'ordre de la nanoseconde (=fenêtre de détection) on est sûr que la particule détectée est un muon.

Le logiciel associé au détecteur indique le nombre de muons détectés (N) pendant une durée de détection (T) choisie par l'utilisateur.



Questions :

1. Relever toutes les caractéristiques des muons susceptibles d'être détectés par notre dispositif.
2. Quel type de particules les scintillateurs détectent-ils ? Quelle est le type de signal produit lors du passage d'une particule détectée ?
3. Quel est le rôle des photomultiplicateurs ?
4. Pourquoi la détection des muons nécessite-t-elle l'utilisation de deux scintillateurs ?

