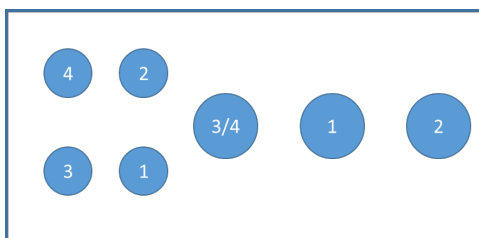


1 Prise en main du cosmodétecteur



Ce schéma sert à expliquer le branchement du boîtier électronique (Page 21 du Cahier Pédagogique (CP)).

1.1 Première manipulation

1.1.1 Objectif

Cette première manipulation a pour objectif de prendre en main l'appareil et de bien comprendre les courbes de comptages obtenues.

1.2 Protocole

1. Après avoir ouvert le logiciel *Roue cosmique*. Aller dans l'onglet *Control haute tension*. Mettre la tension indiquée sur les raquettes pour le PM1 et le PM2 que l'on placera en haut et en bas pour anticiper la manipulation suivante.
2. Dans l'onglet *Comptages*, régler la tension de seuil que l'on fixe à 15 mV pour les 3 PMs.
3. Régler la *durée de manip* à 10 min et l'*intervalle de temps* à 10 s.
4. Cliquer sur *Lancer manip avec fichier*.
5. Cliquer sur *Ouvrir PM1 × PM2*. On voit apparaître toutes les 10 s un nouveau comptage.

1.3 Réglage de la tension d'alimentation des photomultiplicateurs – Page 24 du CP

1.3.1 Objectif

Cette manipulation a pour objectif de régler la tension optimale de fonctionnement des raquettes (scintillateur + photomultiplicateur). On fait varier la tension d'alimentation de la raquette étudiée, par exemple la 3, et on trace le rapport entre le comptage N_{123} pour les 3 raquettes en coïncidence sur le comptage N_{12} des raquettes 1 et 2 en fonction de la tension d'alimentation de la raquette étudiée.

1.3.2 Protocole

Chaque raquette doit être testée indépendamment. Pour cette manipulation, nous n'étudierons que la raquette 3 (notée PM3). La disposition des différents PMs est schématisée ci-dessous.



1. Après avoir ouvert le logiciel *Roue cosmique*. Aller dans l'onglet *Control haute tension*. Mettre la tension indiquée sur les raquettes pour le PM1 et le PM2. Pour le PM3, mettre une tension de 800 V.

2. Dans l'onglet *Comptages*, régler la tension de seuil que l'on fixe à 15 mV pour les 3 PMs.
3. Régler la *durée de manip* à 2 min et l'*intervalle de temps* à 120 s.
4. Cliquer sur *Lancer manip avec fichier*.
5. Récupérer le nombre de muons détectés par les raquettes 1,2,3 que l'on note N_{123} et le nombre de muons détectés sur les raquettes 1 et 2 notée N_{12} sur ces 2 min, soit avec l'onglet *Ouvrir $PM1 \times PM2 \times PM3$* pour N_{123} et *Ouvrir $PM1 \times PM2$* pour N_{12} , soit dans le fichier créé qui se trouve dans le dossier *Fichier mesure* qui se trouve sur le bureau que l'on ouvrira avec *LibreOffice*.
6. Refaire la même manipulation en augmentant la tension du PM3 de 50 V. On fixera une tension maximale pour le PM3 à 1400 V.

1.3.3 Exploitation des résultats

Dans un tableur, insérer les résultats obtenus et tracer la courbe $\frac{N_{123}}{N_{12}} = f(U_3)$ avec U_3 la tension d'alimentation du PM3 que l'on a fait varier.

Pour déterminer la tension optimale, il faut se trouver sur le palier où le rapport $\frac{N_{123}}{N_{12}}$ devient constant. Cependant, il ne faut pas prendre une tension trop importante pour que les PMs ne s'usent pas trop vite.

Pour aller plus loin

Les incertitudes sur le comptage pourront être affichées, sur un comptage elles sont de \sqrt{N} . Pour le rapport, $\frac{N_{123}}{N_{12}}$ elle est, par composition des incertitudes $\sigma_{\frac{N_{123}}{N_{12}}} = \frac{N_{123}}{N_{12}} \sqrt{\left(\frac{1}{N_{123}}\right)^2 + \left(\frac{1}{N_{12}}\right)^2}$.

1.4 Influence de la tension de seuil – Page 29 du CP

1.4.1 Objectif

On peut étudier l'influence de la tension de seuil sur le fonctionnement de l'appareil. Cette tension de seuil ne fait pas à proprement parlé du réglage de l'appareil puisqu'elle est étroitement corrélée à la tension d'alimentation des PMs. Cependant, cette étude est intéressante pour comprendre le fonctionnement de l'appareil.

1.4.2 Protocole

On ne va utiliser que deux PM. Par exemple, les PM1 et 2 qui sont en haut et en bas. On fixe la tension d'alimentation des PMs (on prend les valeurs déterminés au TP précédent ou, à défaut, celles indiquées sur les PMs. On ne touche plus à ces tensions durant toute la manipulation. On commence par une tension de seuil à 5 mV pour les 2 PMS (tout au long de la manipulation, ils doivent toujours avoir la même tension de seuil) et on pourra aller de 2 mV en 2 mV (ou de 5 mV en 5 mV suivant le temps restant de la séance) jusqu'à 30 ou 40 mV. On règle la *durée de manip* à 2 min et l'*intervalle de temps* à 120 s. On récupère, de la même manière que précédemment, le comptage N_{12} .

1.4.3 Exploitation

On trace $N_{12} = f(u_{seuil})$.

Ici l'incertitude est facile à calculer, elle de \sqrt{N} .

1.5 Distribution angulaire – Page 31 du CP

1.5.1 Objectif

L'objectif de cette manipulation est de déterminer l'angle zénithal d'arrivée des muons.

1.5.2 Protocole

On utilise dans cette manipulation les PMs aux extrémités de la roue. On règle la tension d'alimentation optimale des PMs utilisés (soit celles déterminées au TP précédent soit, à défaut, celles indiquées sur les raquettes).

On fait des mesures en variant l'angle du cosmodétecteur de 10° en 10° en partant de -90° à $+90^\circ$. Pour chaque mesure, on prend des *durées de manip* à 2min et l'*intervalle de temps* à 120s. On récupère le comptage N12 correspondant au nombre de coïncidences entre le PM1 et le PM2.

1.5.3 Exploitation

On trace le nombre de coïncidences N12 en fonction de l'angle. L'incertitude sur chaque mesure est celle d'un comptage, soit \sqrt{N} . Pour le traitement des données, c'est-à-dire pour déterminer la courbe qui optimise au mieux les données, le travail sera fait plus tard durant le stage (cf page 38 du CP)

1.6 Mesure du temps mort – Page 27 du CP

1.6.1 Objectif

Lorsque l'on mesure le nombre de muons qui arrive sur un photomultiplicateur donné pendant un laps de temps défini, on constate que cette mesure dépend de l'intervalle de temps choisi. Si le système était parfait, la valeur devrait être indépendante de cet intervalle de temps. Dans cette expérience, on met en évidence un "temps mort", défaut inhérent à tout système d'acquisition, lié au temps de mise à zéro des compteurs lorsque leur lecture est demandée entre chaque intervalle de temps de mesure.

1.6.2 Protocole

Dans cette expérience, on met en évidence un "temps mort", défaut inhérent à tout système d'acquisition, lié au temps de mise à zéro des compteurs lorsque leur lecture est demandée entre chaque intervalle de temps de mesure. Le principe est de prendre une *durée de manip* assez importante (ici on prendra 10min), où l'on mesurera la coïncidence sur 2 PMs, et on subdivise cette durée en *intervalle de temps* que l'on fera varier de 10s à 60s (par pas de 10s par exemple). On récupère le comptage des deux PMs en coïncidence.

1.6.3 Exploitation

On trace le nombre de coïncidences entre les deux PMs étudiés en fonction de l'intervalle de temps.

On constate que l'on peut extrapoler la courbe par une droite représentative d'une fonction affine au niveau des faibles intervalle de temps de comptage Δt de la forme $N(\Delta t) = a\Delta t + b$. Le temps mort est la valeur de la durée Δt telle que le taux de comptage vaut 0, soit $-\frac{b}{a}$.