

## Travaux Pratiques n°2 Temps mort d'un compteur Geiger-Müller

**Objectif :** Détermination du temps mort

### 1. Le temps mort

Quand une particule ionisante traverse le tube du compteur Geiger-Muller, celui-ci met un intervalle de temps pour la traiter. Pendant cet intervalle de temps, les particules qui traversent le compteur ne seront pas comptabilisées. Cet intervalle de temps est appelé temps mort du compteur, il est noté par la lettre  $\tau$ . Pendant la durée du temps mort  $\tau$ , le détecteur est insensible à toute nouvelle particule. Chaque comptage compté engendre un temps mort  $\tau$ . Si le compteur enregistre  $N_e$  comptages, alors durant le temps de l'enregistrement, il s'écoule un temps mort total égale  $N_e \tau$ . Pendant cette période, il y aura un nombre de  $C_r N_e \tau$  comptages perdus. Avec  $C_r = \frac{N_r}{\Delta t}$  est le taux de comptage réel et  $N_r$  est le nombre réel de comptages.

On peut dire alors que :

le nombre de comptage réel est égal au nombre de comptages enregistrés plus le nombre de comptages perdus. Pour cela, nous écrivons l'équation suivante :

$$N_r = N_e + C_r n_e \tau \quad (1)$$

$$C_r \Delta t = N_e + C_r n_e \tau \quad (2)$$

Ce qui permet de tirer la relation entre le taux de comptage réel  $C_r$  et le taux de comptage enregistré  $C_e$  :

$$C_r = \frac{C_e}{1 - \tau C_e} \quad (3)$$

$$C_e = \frac{N_e}{\Delta t} \quad (4)$$

La méthode des deux sources permet de mesurer le temps mort d'un compteur Geiger-Müller. Elle se résume dans ce qui suit :

Considérons deux sources  $S_1$  et  $S_2$ . Soient  $C_{r_1}$ ,  $C_{r_2}$  et  $C_{r_{12}}$  les taux de comptages réels respectivement pour la source 1, la source 2 et les deux sources ensemble. Dans ce cas, nous pouvons écrire ce qui suit :

$$(C_{r_1} - N_f) + (C_{r_2} - N_f) = C_{r_{12}} - N_f \quad (5)$$

En tenant compte de la relation (3), la relation (5) devient :

$$\frac{C_{e_1}}{1 - \tau C_{e_1}} + \frac{C_{e_2}}{1 - \tau C_{e_2}} = \frac{C_{e_{12}}}{1 - \tau C_{e_{12}}} + N_f \quad (6)$$

Comme  $\tau$  est généralement très petit devant 1 et pour des sources de faibles activités, nous pouvons appliquer le développement limité à l'ordre 1 à chaque fraction de la relation (6). Ce qui permet alors d'écrire ce qui suit :

$$C_{e1}(1 - \tau C_{e1}) + C_{e2}(1 - \tau C_{e2}) = C_{e12}(1 - \tau C_{e12}) + N_f \quad (7)$$

A partir de la relation (7), on détermine l'expression du temps mort  $\tau$  et qui est la suivante :

$$\tau = \frac{C_{e1} + C_{e2} - C_{e12} - N_f}{C_{e1}^2 + C_{e2}^2 - C_{e12}^2} \quad (8)$$

## 2. Manipulation

### 2.1. Matériel utilisé

- compteur Geiger,
- ordinateur où est installé le programme SpecTech,
- deux sources de tallium-204 sous forme de demi-disque,
- demi-disque en plastique ne contenant pas de matière radioactive.

### 2.2. Détermination du temps mort : méthode des deux sources

On commence par mesurer le comptage sans sources radioactives pour déterminer la valeur du bruit de fond  $N_f$ . Après, on va mesurer le comptage de rayonnements émis par chaque source placée seule dans le porte-source. Puis enfin, on mesure le comptage de rayonnements émis par les deux sources placées ensemble dans le porte-source.

- **Mesure du bruit de fond**

On va effectuer quatre comptages de 30 s pour déterminer le bruit de fond  $N_f$ . Pour cela, on va suivre les étapes suivantes :

- placer le porte-source vide sur la première fente en dessous de la fenêtre d'entrée du compteur,
- aller à **Setup** et sélectionner **HV Setting** et taper 900 V pour la tension du tube Geiger,
- revenir à **Setup** et sélectionner **Step Voltage** et taper 0 et cocher **off** puis enfin cliquer sur **ok**,
- aller à **Preset**, sélectionner **Preset time** et taper 30 s,
- revenir à **Preset**, sélectionner **Number of Runs** et taper 4,
- lancer la mesure en appuyant sur l'anglet en vert.

Sauvegarder les résultats en les reportant dans le tableau 1.

Nombre de comptages	30 s	30 s	30 s	30 s
$N_f / 30s$				
$N_f^{moy} / 30s$				

**Tableau 1**

- **Mesure avec la source 1**

Garder les mêmes réglages fixés avant. Sur la première fente en dessous de la fenêtre d'entrée du compteur, placer la source 1 dans le porte-source et à côté d'elle placer le demi-disque en plastique.

Lancer la mesure en appuyant sur l'anglet en vert. Reporter les résultats dans le tableau 2

- **Mesure avec la source 2**

Garder les mêmes réglages fixés avant. Sur la première fente en dessous de la fenêtre d'entrée du compteur, placer la source 2 dans le porte-source et à côté d'elle placer le demi-disque en plastique.

Lancer la mesure en appuyant sur l'anglet en vert. Reporter les résultats dans le tableau 2.

- **Mesure avec les deux sources**

Garder les mêmes réglages effectués avant. Sur la première fente en dessous de la fenêtre d'entrée du compteur, placer les deux sources, l'une à côté de l'autre, dans le porte-source.

Lancer la mesure en appuyant sur l'anglet en vert. Reporter les résultats dans le tableau 2.

**Remarque :** à la fin de l'expérience aller à **Setup** puis choisir **High voltage** puis taper 0V et appuyer sur **ok**.

Nombre de comptages	$C_{e_1}$	$C_{e_2}$	$C_{e_{12}}$
30 s			
30 s			
30 s			
30 s			
Taux de comptage moyen	$C_{e_1}^{moy} =$	$C_{e_2}^{moy} =$	$C_{e_{12}} =$
Temps mort : $\tau(\mu s)$			

**Tableau 2**