

Filières : SMP S6 2018-2019/ 2019-2020/ 2020-2021

Travaux Pratiques de Détection des Rayonnement

Sommaire

Manipulation 1: Mesure du temps mort du GM

Manipulation 2: Spectrométrie gamma : Etude d'une chaîne d'acquisition par la carte MCA (Ortec Digibase et logiciel MAESTRO)

Réalisé par :
M. HAMAL

Table des matières

Règles et consigne de sécurité

TP 1

Atténuation des rayonnements par la matière

I- Introduction

II- Description et fonctionnement d'un compteur Geiger Muller

II-I Définition du temps mort
II-II Mesure du temps mort

III- Atténuation des photons gamma par la matière

IV- Travail à préparer

V- Manipulation

TP 2

Spectrométrie gamma

I- Introduction

II- Principe de fonctionnement des DéTECTEURS

II-I- Chaîne de spectrométrie gamma

II-II Analyseur multicanaux et Logiciel MAESTRO

III- Travail à préparer

IV- Manipulation

ANNEXE

I- Fiche de Mesures

II- Diagramme de Désintégration

Règles et Consignes de sécurité

Le but de ces Travaux Pratiques est de vous familiariser avec les méthodes expérimentales de la détection des rayonnements. En seulement deux manipulations de 3h00, il est impossible de parcourir de façon approfondie toutes les aspects physiques de la détection des rayonnements. Le choix des expériences que nous avons fait repose essentiellement sur des critères d'intérêt pédagogique et fait appel à des techniques traditionnelles qu'à des techniques plus récentes, il est très limité par le matériel disponible.

Les sources radioactives qui seront utilisées dont les travaux pratiques sont des sources "scellées" ayant une structure et un conditionnement qui empêche, en utilisation normale, toute dispersion de matière radioactive dans le milieu ambiant. Ainsi ces sources ne présentent aucun risque de contamination directe.

Toutefois, le risque d'irradiation est présent vu que ses sources ionisent à distance. En conséquence, il est nécessaire de réduire l'exposition en jouant sur les paramètres temps, distance et écrans.

Ainsi il est recommandé de :

- 1- Minimiser le temps de contact pendant le déplacement des sources.**
- 2- Garder la source éloignée de votre emplacement de travail.**
- 3- Ranger la source dans sa boite dès que son utilisation n'est pas nécessaire.**
- 4- Il est strictement interdit de boire ou de manger dans la salle de TP et nous vous conseillons vivement de penser à vous laver les mains à la fin de la séance.**
- 5- Il est strictement interdit de quitter la salle sans la permission de votre professeur.**

A ces consigne de sécurités vont s'ajouter des règles de bonnes conduites en TP qui sont les mêmes que celles que vous rencontrez dans le milieu industriel ou en laboratoire de recherche. Vous devez en prendre connaissance et aucune dérogation ne sera accordée à ces règles

- **Le port du tablier est obligatoire, à défaut l'accès à la salle sera refusé.**
- **Il est interdit de téléphoner en salle de TP.**
- **Il est interdit de se connecter au réseau internet (messagerie ou navigateur)**
- **Le matériel de TP doit être éteint et remis à sa place en fin de TP (dans la même configuration qu'à votre arrivée)**
- **Vous devez faire attention et prendre soin du matériel utilisé. En particulier, inutile de forcer sur les différents connecteurs du matériel**

En fin il est indispensable de préparer vos manipulations avant les séances pour avoir le temps d'effectuer tout le travail et tiré profit au maximum de la séance de TP.

TP 1

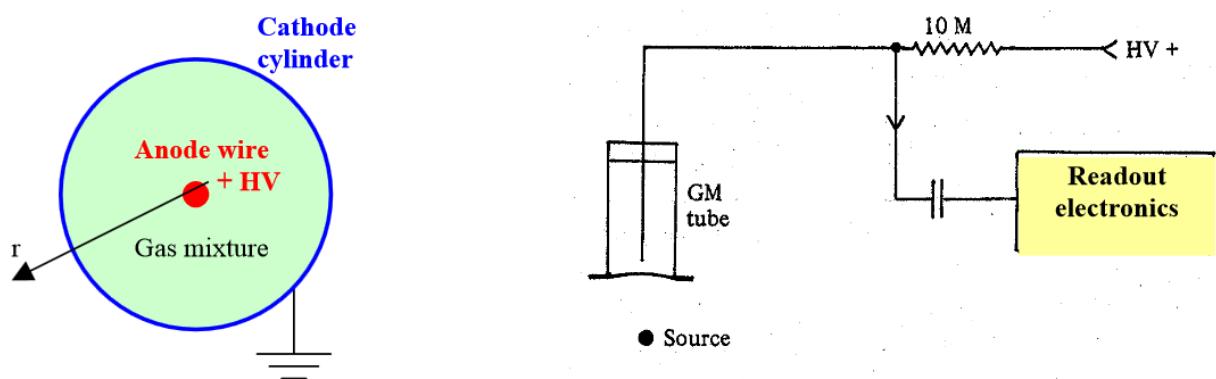
Atténuation des rayonnements par la matière

I- Introduction

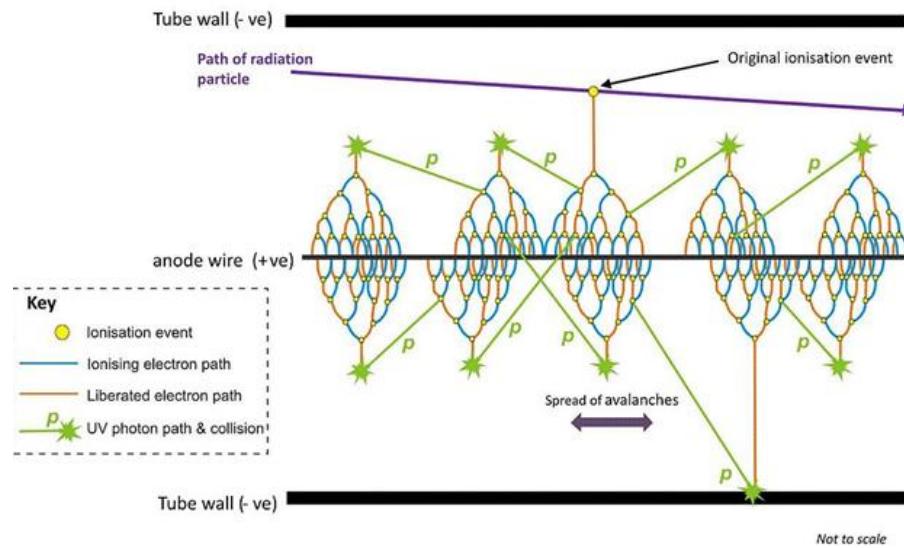
Le but de cette première manipulation est l'étude d'un détecteur à milieu sensible gazeux, le Compteur Geiger Muller pour déterminer son temps mort par la méthode des deux sources et son efficacité absolue. A l'aide d'un détecteur à scintillation de type NaI(Tl) sera déterminé les coefficients d'atténuation massiques des matériaux.

II- Description et fonctionnement d'un compteur Geiger Muller

Le compteur Geiger Muller est un détecteur à gaz composé d'un cylindre possédant une paroi conductrice relié à la masse "cathode" et une fenêtre d'entrée mince. Le long de son axe est situé un fil mince conducteur "anode" sur lequel est appliqué potentiel V_0 positif.



La particule ionisante, pénétrant dans le volume sensible du compteur génère un nombre de paires « électron-ion ». L'avalanche de Townsend d'intensité très élevée se déclenche au voisinage immédiat de l'anode. Les photons de désexcitation produits par ces avalanches propagent la décharge le long du fil par photo ionisation dans le gaz et effet photoélectrique sur la cathode.



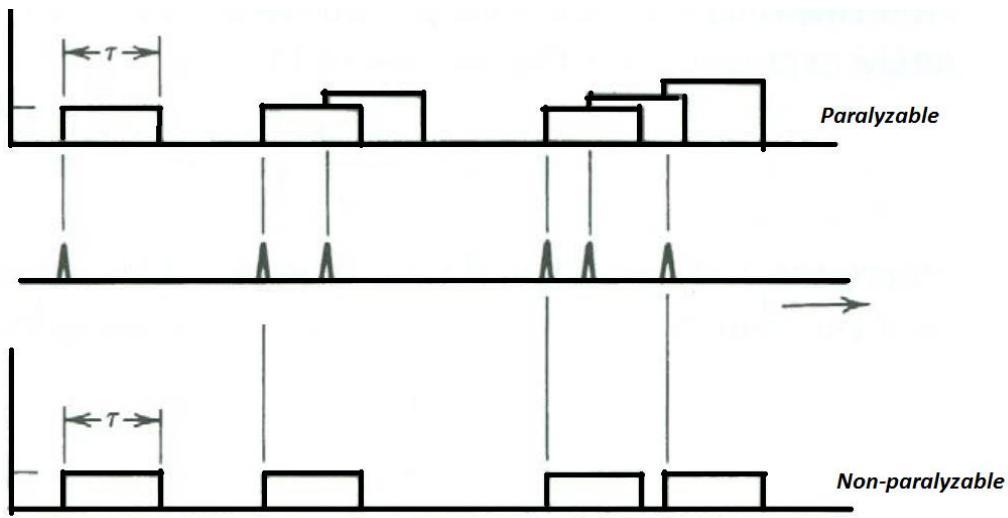
La décharge s'arrête par la formation d'une importante charge d'espace qui réduit le champ électrique et le coefficient de multiplication. On ajoute une proportion de gaz (5 à 10%) appelé « atténuateur » formé de molécules complexes qui sert à dissiper l'excès d'énergie des charges de l'avalanche par la dissociation des molécules. La consommation des molécules du gaz atténuateur est cependant un facteur de vieillissement du compteur.

Le fonctionnement détaillé de ce détecteur est développé dans le cours dédié à la détection des rayonnements.

II-I Définition du temps mort

Le temps mort ou de résolution est le temps nécessaire pour finaliser le traitement d'un événement après le passage de la particule dans le compteur. Pendant ce temps le détecteur devient insensible à toute nouvelles particules ionisantes et tous les événements se présentent dans cet intervalle seront perdus.

On distingue deux modèles de temps de résolution :



- Un mode dit fixe ou non-paralyzable : pendant la durée τ , le système de détection n'est affecté par aucune interaction consécutive à celle qui a engendré la formation de l'impulsion initiale.
- Un mode dit reconductible ou paralyzable ou encore cumulatif : La durée d'occupation τ est reconduite de τ à chaque nouvelle interaction dans le détecteur surevenant pendant l'intervalle initial de temps de résolution.

Le temps mort du compteur Geiger Muller est de type non-paralyzable. Ainsi chaque mesure effectuée par ce système doit être corrigé par la relation :

$$N = \frac{n}{1-n\tau}, \quad (1)$$

où, N le vrai comptage, n est le comptage relevé par le compteur du temps mort τ .

II-II Mesure du temps mort

On utilisera la méthode des deux sources pour mesurer le temps mort du compteur GM. Cette méthode est très simple et consiste à comparer la somme des taux de comptage pour deux sources isolées de faibles activités au taux de comptage obtenu par l'ensemble des deux sources radioactives.

En effet si C_1 , C_2 , C_{12} , et B sont les nombres d'évènements ionisants enregistrés dans le détecteur GM par unité de temps, respectivement pour la première source, la deuxième source, l'ensemble des deux sources et le bruit de fond.

Alors si on ne considère par la correction en temps mort du bruit de fond on peut déduire :

$$\tau = \frac{C_1 + C_2 - C_{12} - B}{C_{12}^2 - C_1^2 - C_2^2}. \quad (2)$$

III- Atténuation des photons gamma avec la matière

On rappelle que les rayons gamma qui traversent la matière peuvent interagir par diffusion simple, effet photoélectrique, effet Compton, production de paires ou même réactions nucléaires s'ils sont suffisamment énergétiques. La probabilité d'interaction des photons augmente avec l'épaisseur de matière traversée ; on peut montrer que l'atténuation suit une loi exponentielle de type Beer-Lambert:

$$N = N_0 \exp(-\mu \cdot x), \quad (3)$$

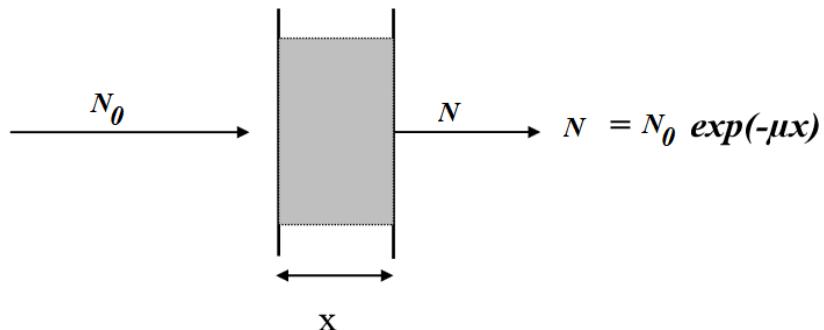
où

x est l'épaisseur de matière traversée

μ est le coefficient d'atténuation linéique des photon gamma dans la matière considérée

N_0 est le nombre de photons incidents par unité de temps

N est le nombre de photons par unité de temps transmis derrière la matière traversée



La couche de demi-atténuation : $x_{\frac{1}{2}}$ ou CDA est l'épaisseur nécessaire de matériau pour atténuer

d'un facteur 2 l'intensité du rayonnement : $x_{\frac{1}{2}} = \ln(2) / \mu$.

IV- Travail à préparer

- 1- Etablir la relation mathématique (1) qui permet de corriger les mesures du détecteur pour tenir compte de l'effet du temps mort.
- 2- Etablir la relation (2) qui permet de déduire le temps mort du détecteur par la méthode des deux sources.

On considère le diagramme de désintégration de la source du Césium 137 (voir Annexe):

- 3- Ecrire les équations de désintégration du Césium 137.
- 4- Quelles sont les particules émises lors de la désintégration du césium 137 ? Ces particules interagissent-elles de la même façon dans la matière ?
- 5- Que doit-on faire si on veut que le compteur GM soit atteint uniquement par des photons ?

6- l'activité de votre source de césium au 1/01/1980 est de 74kBq.

A- Quelle est l'activité $A(t)$ de la source le jour de l'expérience ?

B- De combien l'activité a-t-elle diminué le jour de l'expérience ? (en pourcentage)

C- De combien va-t-elle diminuer au cours d'une séance de TP de 3 heures ?

VI- Manipulation

Les sources dont nous disposons sont de très faible nocivité mais il faut éviter de se tenir tout près des sources pendant les phases de comptage. Les sources radioactives non utilisée doivent obligatoirement être rongé dans leur boîtier.

VI-A Equipements

- Mini générateur
- Compteur Geiger Muller
- jeu de sources de césium, cobalt et de sodium
- Plaques en Plombe et en Aluminium
- Chaîne de spectrométrie gamma à base d'un détecteur de type NaI(Tl)

VI-B Mesure du bruit de fond

Vous avez déjà vu que le compteur détecte des coups même en l'absence de toute source radioactive. Ces coups sont dus aux rayonnements environnants d'origines terrestres (radioactivité naturelle du sol), ou extraterrestre (rayons cosmiques). Elles peuvent provenir également des circuits électroniques (bruit de fond électronique). L'ensemble de ces impulsions constitue le bruit de fond.

Quand on veut mesurer le taux d'impulsions dû au rayonnement d'une source radioactive, il faut retirer les impulsions parasites provoquées par le bruit de fond. Cette correction est d'autant plus nécessaire quand les sources étudiées ont des activités faibles.

Pour déterminer le bruit de fond, procéder de la manière suivante :

1- Éloignez toutes les sources radioactives du compteur.

2- Déterminer le nombre d'impulsions correspondant à un temps de comptage de 5 min. (Effectué cinq mesures)

Ce bruit de fond sera converti chaque fois au temps de comptage Δt correspondant à chacune des mesures des manipulations suivantes et sera ensuite soustrait de chaque comptage effectué.

VI-C Mesure du temps mort

Placer deux sources devant le compteur (très proche du détecteur), compter 5 fois les impulsions pendant 1 min.

Pour éviter les erreurs systématiques, il faut mesurer dans l'ordre C_1 , C_{12} (sans déplacer la première source) et C_2 (sans déplacer la deuxième source).

Cette résolution sera utilisée pour corriger les mesures des taux de comptages qui seront effectués. Evaluer l'incertitude sur le temps mort due à la propagation des incertitudes statistiques sur C_1 , C_2 et C_{12} .

VI-C Efficacité Absolue du compteur

Calculer l'activité actuelle (aujourd'hui) de la source émettrice de photon gamma dont vous disposé sur votre table. (Vous pouvez demander à votre enseignant les caractéristiques de la source en termes d'activité de sortie usine).

Placer la source émettrice de photons gamma à une distance d'environ 5 cm du détecteur et mesurer l'activité enregistrée au niveau du compteur.

Déduire dans cette configuration l'efficacité absolue et intrinsèque du compteur Geiger Muller.

VI-C Etude de l'atténuation des photons gamma

Pour déterminer le coefficient de l'atténuation des photons gamma par différent matériaux nous allons utiliser un détecteur à scintillation de type NaI(Tl) qui est relié à une chaîne d'acquisition pilotable avec le logiciel MAESTRO qui sera amplement maîtrisé dans le second TP.

Ici on donnera juste quelque commande de bases :

Afin de lancer l'acquisition, Il faut commencer par lancer le logiciel MAESTRO, un pictogramme (icone) sur le bureau du PC permet d'effectuer cette action.

- Pour lancer l'acquisition il faut cliquer sur le pictogramme **Start** ou à partir du menu **Acquire**, cliquer sur **Start**.

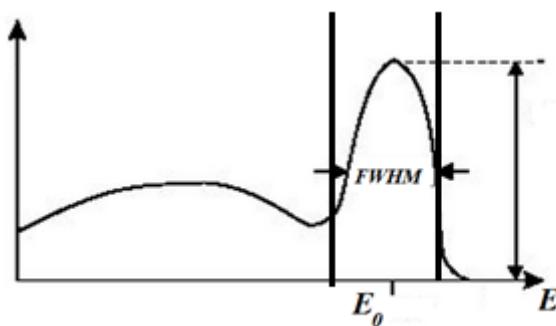
- Et pour l'arrêter il suffit de cliquer sur le pictogramme **Stop** ou dans le menu **Acquire**, cliquer sur **Stop**.
- Le pictogramme **Clear Detector** permet d'effacer le spectre

- Coefficient d'atténuation du Plomb et de l'Aluminium

Placer une source du césium dans la brique de Plomb à une distance d'environ 5 cm du détecteur à scintillation.

Lancer l'acquisition du spectre du ^{137}Cs pour une durée période $\Delta t = 30 \text{ sec.}$

Grace au logiciel Maestro mesurer le flux initial de photons (N_0) dans une fenêtre d'intégration sous le pic photoélectrique la fonction (**Calculate/Sum**).



Pour réduire l'effet des fluctuations statistique on prendra une moyenne de trois mesures.

Reprendre la mesure de flux transmis de photons N en disposant à chaque fois des plaques de plomb d'épaisseurs croissante entre la source et le détecteur.

Regrouper vos mesures dans un tableau et représenter dans un papier semi-Log la variation du rapport N/N_0 en fonction de l'épaisseur de l'absorbeur.

Reprendre le même travail avec des absorbeurs en Aluminium.

Déterminer le coefficient d'atténuation massique (μ/ρ) pour les deux matériaux.

Comparer les produits : $(x_{\frac{1}{2}} * \rho)_{Plomb}$ et $(x_{\frac{1}{2}} * \rho)_{Aluminium}$.

Spectrométrie gamma

I- Introduction

La spectrométrie gamma est une technique de mesure nucléaire qui permet d'identifier et quantifier des éléments radioactifs par la mesure de l'énergie des rayonnements gamma émis. L'objectif principal de cette manipulation est de se familiariser avec la spectrométrie gamma. Il s'agira d'acquérir, visualiser et exploiter des spectres en énergie de sources connues et inconnues.

Ainsi, on apprendra à calibrer un détecteur avec des sources connues pour identifier un rayonnement de source inconnue. Nous comparons les performances obtenues en termes de résolution en énergie d'un détecteur à scintillation avec ceux obtenues avec un détecteur à semi-conducteurs.

II- Principe de fonctionnement des Détecteurs

A- Détecteurs à Scintillation

Les rayonnements gamma qui traversent un cristal scintillant comme le NaI (Tl) produisent des électrons à travers le cristal par l'un des trois processus de perte d'énergie : l'effet photoélectrique, la diffusion Compton et la production de pairs électrons - trous. Ces particules chargées qui traversent le cristal perdent leur énergie par excitation des atomes du cristal. Ainsi Le cristal phosphorescent va donc scintiller sur le passage d'une particule chargée et le nombre de photons qu'il émet est proportionnel à l'énergie perdue dans le cristal par les particules chargées.

Ensuite, une fraction de ces photons est collectée sur la cathode photosensible d'un photomultiplicateur. Les photoélectrons émis par cette cathode sont amplifiés dans le photomultiplicateur pour former une impulsion de courant à l'anode du photomultiplicateur.

Un préamplificateur convertit après le courant en tension. L'impulsion de tension ainsi créée est proportionnelle à l'énergie perdue dans le cristal par la particule chargée.

B- Détecteurs à Semi-conducteur

Le fonctionnement des détecteurs à semi-conducteurs peut être assimilé à une chambre d'ionisation solide. Les charges créées par un rayonnement ionisant sont séparées et se déplacent sous l'effet du champ électrique appliqué aux bornes du détecteur pour induire un courant électrique mesurable.

En effet lorsqu'une particule ionisante avec une énergie suffisante interagit dans le semi-conducteur, des pairs « électron-trous » sont produits le long de son parcours. Les électrons arraché vont passer de la bande de valence à la bande de conduction en laissant derrière un place vide qui va se comporter comme un piège qui sera prêt à « happer » les électrons qui passeraient à leur proximité. Ces places vides appelées trous se comportent comme des charges positifs. Sous l'effet du champ électrique les électrons de la bande de conduction et les trous de la bande de valence vont se déplacer avec la même mobilité pour induire un signal dans le détecteur.

Le fonctionnement détaillé de ces deux détecteurs est développé dans le cours dédié à la détection des rayonnements.

II-I- Chaîne de spectrométrie gamma

La chaîne de spectrométrie gamma est formée habituellement de :

- une source de rayonnement qui est disposée auprès d'un détecteur.
- le rayonnement interagit dans le détecteur, qui répond par une impulsion électrique proportionnelle à l'énergie déposée.
- ce signal étant très faible, son amplitude est augmentée au moyen d'un préamplificateur dans le cas d'une diode Ge ou d'un photomultiplicateur dans le cas d'un cristal NaI.
- il est par la suite mis en forme dans un amplificateur de façon à obtenir des impulsions de format standard, adapté à l'analyseur. L'amplitude de ces signaux de sortie dépendra de l'amplitude du signal initial et sera fixée par le réglage du gain.
- l'analyseur sélectionnera ensuite les impulsions et les stockera en mémoire ; à chaque impulsion, il augmentera d'une unité le canal correspondant à son amplitude (l'amplitude du signal, et donc l'énergie déposée dans le détecteur, est ainsi échantillonnée, à chaque canal correspond une certaine valeur de l'énergie).

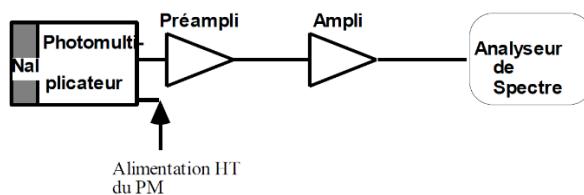


Figure 1. Synoptique d'une chaîne de mesure avec un détecteur à scintillation de type NaI(Tl)

II-II Analyseur multicanaux et Logiciel MAESTRO

L'analyseur multicanaux (MCA pour Multi-channel Analyzer) est un dispositif électronique qui analyse de façon automatique l'amplitude des impulsions et les stocke dans un numéro de canal

approprié proportionnel à la valeur de l'amplitude. Le nombre d'impulsions dont la hauteur est comprise dans des fenêtres de tension, entre des seuils (V_{i-1} et V_i) $i=1,N$, ce qui correspond à des dépôts d'énergie entre (E_{i-1} et E_i) $i=1,N$. Le classement des impulsions suivant leur hauteur permet de fournir directement un spectre de mesure. Cette distribution représente l'énergie perdue par la particule dans le détecteur.

La gestion de l'acquisition est réalisée avec le logiciel **MAESTRO** qui est très intuitive et doté d'une interface graphique agréable. L'interface du logiciel permet de configurer et régler les paramètres de la chaîne électronique à savoir la valeur de la haute tension le gain de l'amplificateur et le nombre de voie de la carte MCA...

Afin de lancer l'acquisition, Il faut commencer par lancer le logiciel MAESTRO, un pictogramme (icone) sur le bureau du PC permet d'effectuer cette action.

L'interface du logiciel permet de configurer et régler les paramètres de la chaîne électronique à savoir la valeur de la haute tension le gain de l'amplificateur et le nombre de voie de la carte MCA.

- Pour lancer l'acquisition il faut cliquer sur le pictogramme **Start** ou à partir du menu **Acquire**, cliquer sur **Start**.
- Et pour l'arrêter il suffit de cliquer sur le pictogramme **Stop** ou dans le menu **Acquire**, cliquer sur **Stop**.

Maestro permet de sauvegarder les spectres mesurés sous plusieurs formats. Nous vous recommandons de sauvegarder le spectre dans un fichier, sous le format ".chn". Les spectres de MAESTRO doivent être enregistrés dans le répertoire

D:\TP\"Groupe"\\"Numero de Table".

Où groupe est le nom de votre groupe de TP, pour cela, suivre la procédure suivante :

- Aller dans le menu **File** et **Save As**.
- Sélectionner le répertoire **D:\TP\"Groupe"\\"Numero de Table"** avec l'icône **Maestro**.
- Donner un nom **significatif** au fichier, qui corresponde au spectre qu'il contient...

Exemple Cs_NaI, Co_NaI,...

III- Travail à préparer

On considère le diagramme de désintégration de la source du Cobalt ^{60}C (voir Annexe)

- 7- Ecrire les équations de désintégration du Cobalt.
- 8- Quelles sont les particules émises lors de la désintégration du Cobalt ^{60}C .
- 9- Calculer leur énergies.
- 10- Ces particules interagissent-elles de la même façon dans la matière.

Même question pour les sources de Sodium ^{22}Na et du Césium ^{137}Cs

IV- Manipulation

Les sources dont nous disposons sont de très faible nocivité mais il faut éviter de se tenir tout près des sources pendant les phases de comptage. Les sources radioactives non utilisée doivent obligatoirement être rongé dans leur boîtier.

"Nous avons un seul banc de test opérationnel, il est équipé de la digibase ORTEC, **son usage sera partagé par tous les groupes de TP**. Nous vous prions d'être rapide et efficace le maximum que possible."

III- I Mesure des spectres

A- Relevé du spectre en énergie du ^{137}Cs

Faire placer la source du Césium (^{137}Cs) dans la brique de Plomb (Pb) qui est placé juste devant la fenêtre du détecteur à scintillation.

Lancer l'acquisition avec le pictogramme **Start** pour une durée d'environ $\Delta t = 30 \text{ sec}$. Le mieux sera de se mettre en mode de prise de données automatique : la distribution se construit ... à l'écran. Les flèches $\leftarrow \uparrow \rightarrow \downarrow$ servent à visualiser au mieux le spectre. Après le temps d'acquisition Δt il faut arrêter l'acquisition avec le pictogramme **Stop**.

Sauvegarder votre spectre sur le disque dure en format ".chn" conformément au normé définie dans la section II-I (on vous propose le nom : Cs_NaI).

D:\TP\"Groupe"\Numero de Table"\Cs_NaI.chn.

Exemple : **D:\TP\B12\2\Cs_NaI.chn.**

B- Relevé du spectre en énergie du ^{60}Co

Remplacer la source du Césium par une source de Cobalt. Avec le pictogramme **Clear Detector**, effacer le spectre du Césium et lancer l'acquisition du nouveau spectre pour une période $\Delta t = 3 \text{ min.}$

Sauvegarder votre spectre sur le disque dure en format ".chn" conformément au normé définie dans la section II-I (on vous propose le nom : Co_NaI).

C- Relevé du spectre en énergie du ^{60}Co et ^{137}Cs

Remplacer la source du Cobalt par une source de Césium. Et lancer l'acquisition du nouveau spectre pour une période $\Delta t = 30 \text{ sec.}$

Sauvegarder votre spectre sur le disque dure en format ".chn" conformément au normé définie dans la section (on vous propose le nom : Co_Cs_NaI).

Avec une clef USB qui sera mise à votre disposition, transférer tous les spectres obtenues sur votre poste de travail en conservant la même arborescence sur votre poste de travail.

III- II Exploitation des résultats

A- Spectre en énergie du ^{137}Cs

Lancer sur votre poste de travail le logiciel Maestro est dans le menu File Importer le spectre de Césium.

Observer la forme du spectre obtenu : ressemble-t-il à celui présenté ci-dessous ?

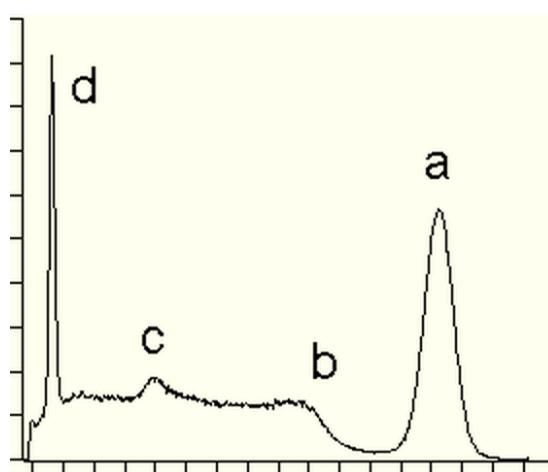


Figure 2 : Spectre obtenu avec une source du ^{137}Cs .

Quel est l'origine physique des différentes parties du spectre.

Quel est l'énergie qui correspond au pic a ?

B- Spectre en énergie du ^{60}Co

Importer et Observer la forme du spectre obtenu : ressemble-t-il à celui présenté ci-dessous ?

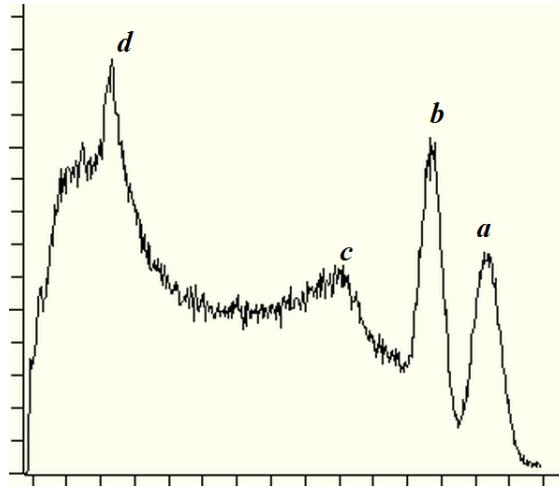


Figure 3 : Spectre obtenu avec une source du ^{60}Co .

Quel est l'origine physique des différentes parties du spectre.

Quel est l'énergie qui correspond au pic a et au pic b ?

III-III Calibration

Le logiciel d'acquisition Maestro que nous utilisons pour visualiser les spectres nous permet également de calibrer automatiquement le spectre. Pour ce faire, nous prenons le spectre qui a été obtenue par la sommation des spectres cobalt et Césium. Hormis le continuum Compton et le pic de rétrodiffusion, le cobalt nous donne deux pics photoélectriques. Au quels s'ajoute le pic photoélectrique du Césium, dont l'énergie est environ deux fois plus faible. Nous pouvons alors sélectionner chacun des trois pics et leur affecter leur valeur en énergie dans le menu **Calculate/Calibration**. Le programme calibre alors le spectre grâce à ces trois points selon une équation de calibration : $E = a n^2 + b n + c$ où n est le numéro du canal, E est l'énergie et a , b , c sont les paramètres calculés par l'ordinateur. Nous obtenons alors notre spectre dont les abscisses nous sont données en keV.

A- Identification des rayonnements

Maintenant que le système est calibré nous allons l'utiliser pour déterminer la nature du rayonnement issue d'une source inconnue.

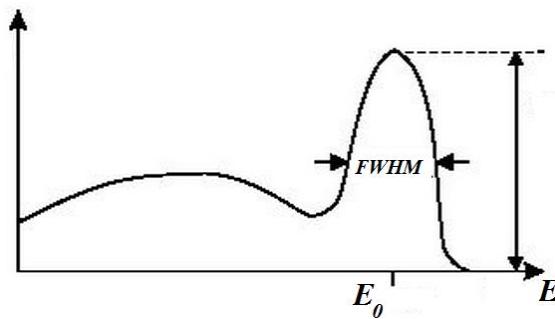
Placer la source inconnue devant le scintillateur NaI(Tl) et lancer l'acquisition du nouveau spectre pour une période $\Delta t = 3 \text{ min.}$

Sauvegarder votre spectre sur le disque dure en format ".chn" conformément au normé définie précédemment (on vous propose le nom : **X_NaI**).

Transférer et Importer ce spectre sur votre poste de travail et déterminer les énergies des Pic pour déduire la nature du rayonnement et identifier sa source.

IV- Résolution en énergie

La résolution en énergie est un terme utilisé pour évaluer la précision avec laquelle est mesurée l'énergie d'une raie dans le spectre. Les raies se matérialisent sous forme de pics dans l'histogramme du spectre. La résolution obtenue à une énergie donnée représente la largeur du pic centré sur cette énergie.



La résolution en énergie se définit comme :

$$R = \frac{FWHM}{\langle E \rangle}$$

Avec FWHM pour "Full Width at Half Maximum" est la largeur à mi-hauteur du pic .

A- DéTECTEUR à scintillation

Nous allons maintenant reprendre séparément les spectres des trois sources celle du césium, du Cobalt et celui de la source inconnue pour déterminer la variation de la résolution en énergie du détecteur à scintillation.

Sélectionner chaque fois le pic photoélectrique et déduire la résolution en énergie avec la fonction **Menu/PeakInfo**.

Regrouper vos résultats dans un tableau et tracer la variation de la résolution en fonction de l'énergie.

B- Détecteur à semi-conducteur

Nous avons enregistré au niveau du répertoire **D:/Germanium** de votre poste de travail les spectres relatifs aux trois sources considérées au paravent. Ces spectres ont été collectés avec un détecteur à germanium et la calibrations de la chaîne est déjà réalisée.

Avec le logiciel Maestro, visualiser les spectres et comparer les avec ceux obtenus avec un détecteur à scintillation.

Comme dans le cas du détecteur à scintillation, calculer la résolution en énergie obtenu au niveau des pics photoélectrique.

Regrouper vos résultats dans un tableau et tracer la variation de la résolution en fonction de l'énergie. Conclure.

Atténuation des rayonnements par la matière

Fiche des Mesures

1- Bruit de Fond

Déterminer le nombre d'impulsions correspondant à un temps de comptage de $\Delta t = 5 \text{ min}$

Mesure	Valeur du Bruit
1	
2	
3	
4	
5	
Moyenne	=
Sigma	=

B_{fond}	= Activités/minutes

2- Mesure du temps Mort

Déterminer le nombre d'impulsions correspondant à un temps de comptage de

$$\Delta t = 1 \text{ min}$$

Mesure	Source 1	Les deux sources	Sources 2
1			
2			
3			
4			
5			
Moyenne	=	=	=
Sigma	=	=	=
Temps Mort			

3- Atténuation des photons.

Matière : Plomb

Déterminer le nombre d'impulsions correspondant à un temps de comptage de

$$\Delta t = 30 \text{ sec}$$

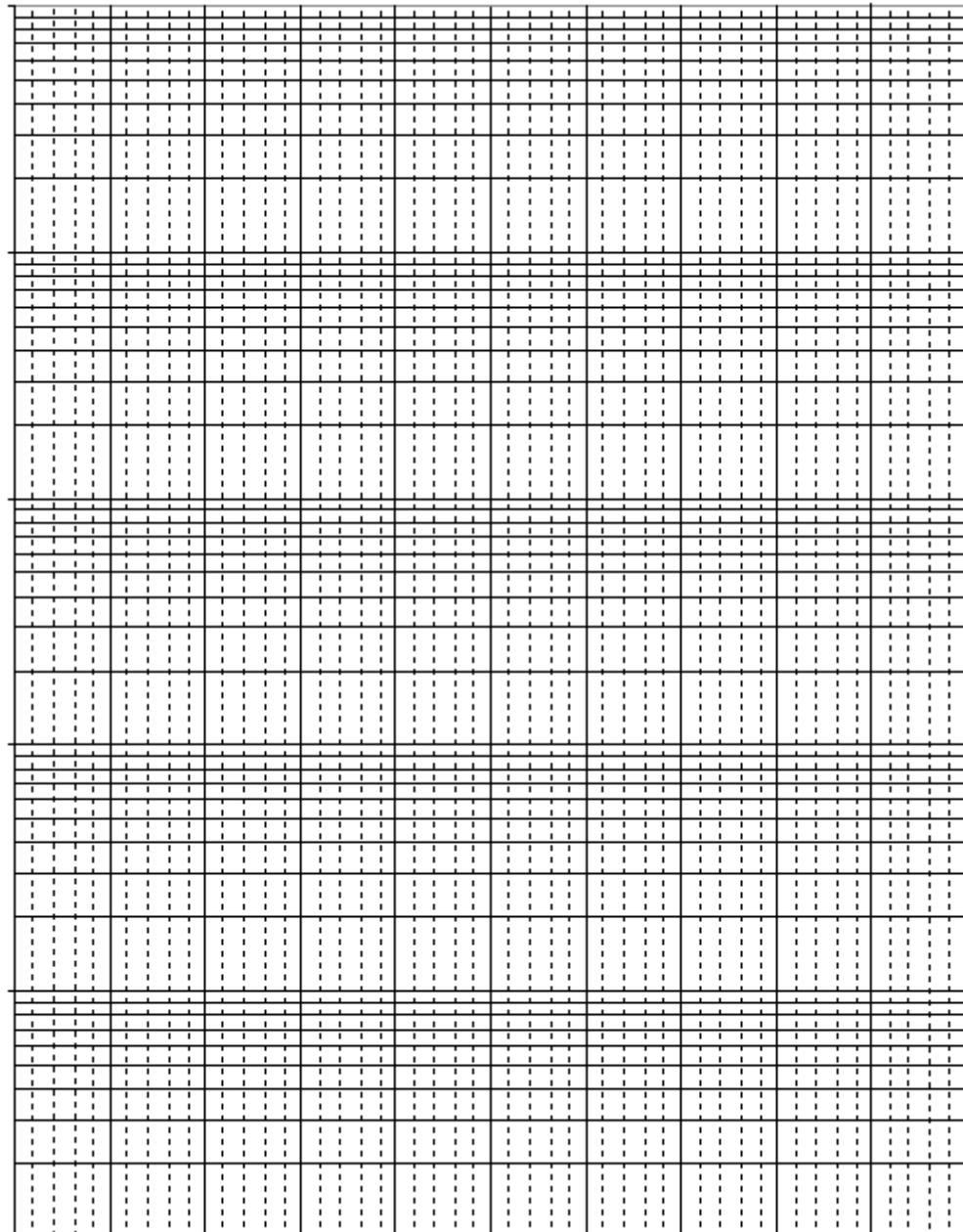
Epaisseur (mm)	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3	Mesure 4	Moyenne	Moyenne Corrigé en temps mort
0						

1- Atténuation des photons.

Matière : Aluminium

Déterminer le nombre d'impulsions correspondant à un temps de comptage de

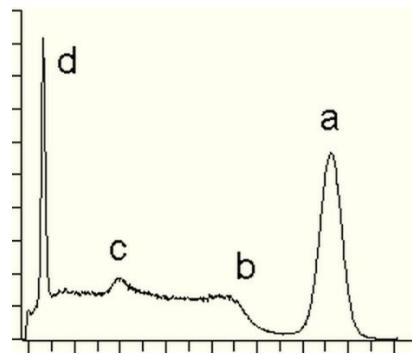
$$\Delta t = 30 \text{ sec}$$



Spectrométrie Gamma

Fiche des Mesures

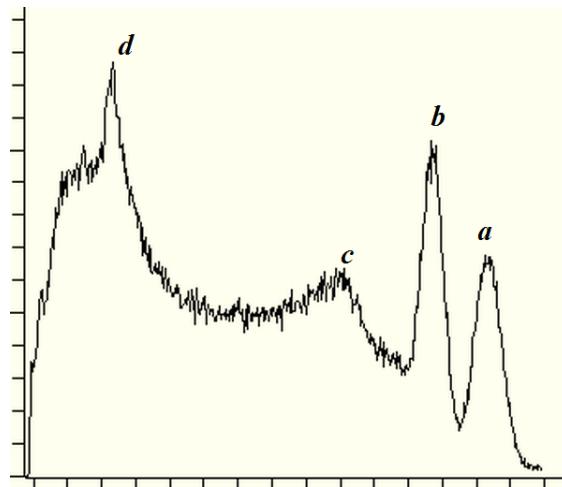
1- Spectre de Césium ^{137}Cs



Effet Physique à l'origine du Pic

A	B	c	d
$E_a =$	$E_b =$		

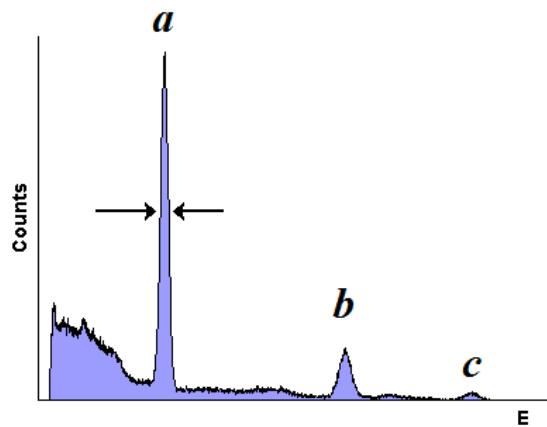
1- Spectre de Cobalt ^{60}Co



Effet Physique à l'origine du Pic

a	B	c	d
$E_a =$	$E_b =$		

1- Spectre de la source Inconnue



Identification de la source inconnue

a	B	c	Identification
$E_a =$	$E_b =$	$E_c =$	La source correspond au

III- Résolution en énergie

Détecteur NaI(Tl)

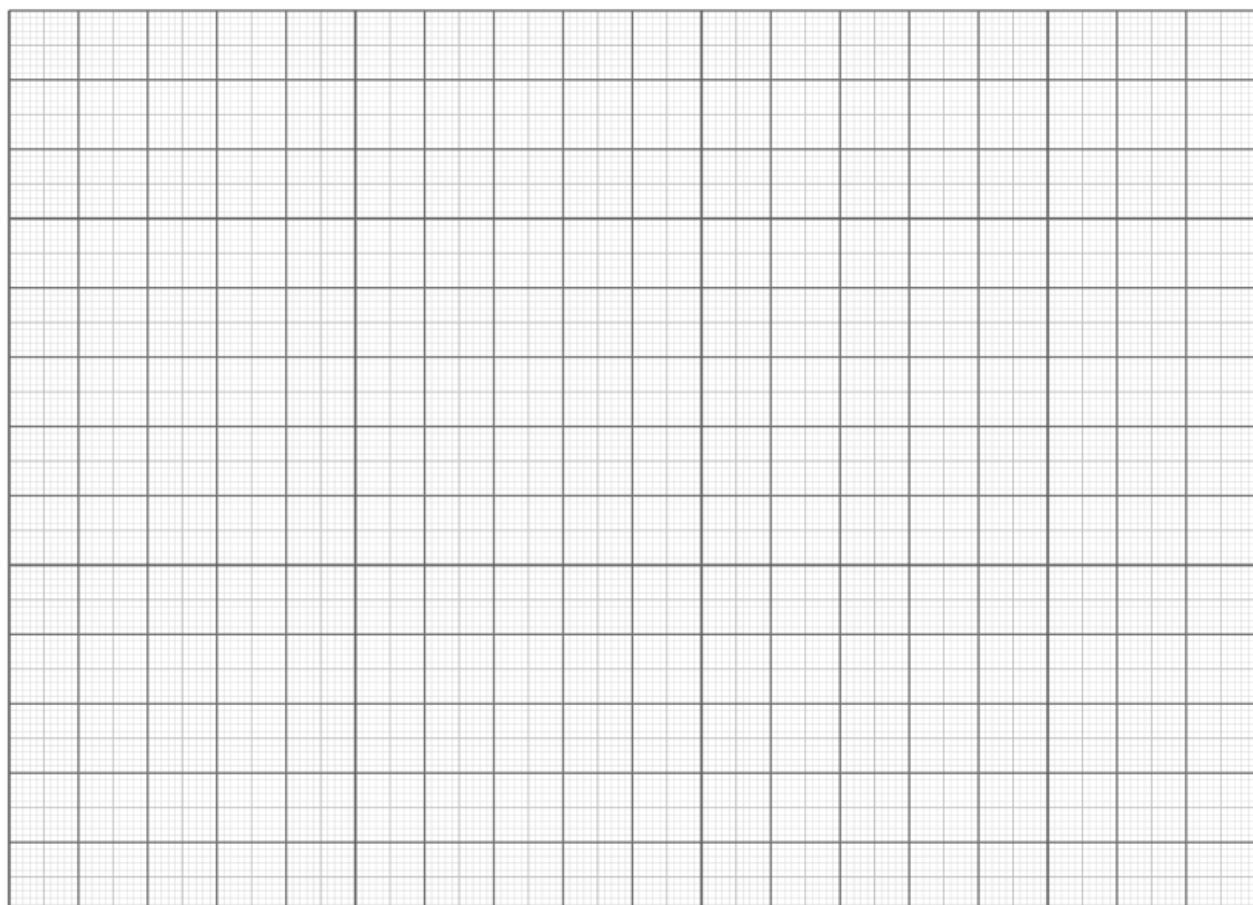
Source	Energie des Pics	FWHM
Césium		
Cobalt		

Détecteur Ge

Source	Energie des Pics	FWHM
Césium		
Cobalt		

Variation de la résolution en énergie en fonction de l'énergie :

Détecteur à Scintillation



Détecteur à Germanium.

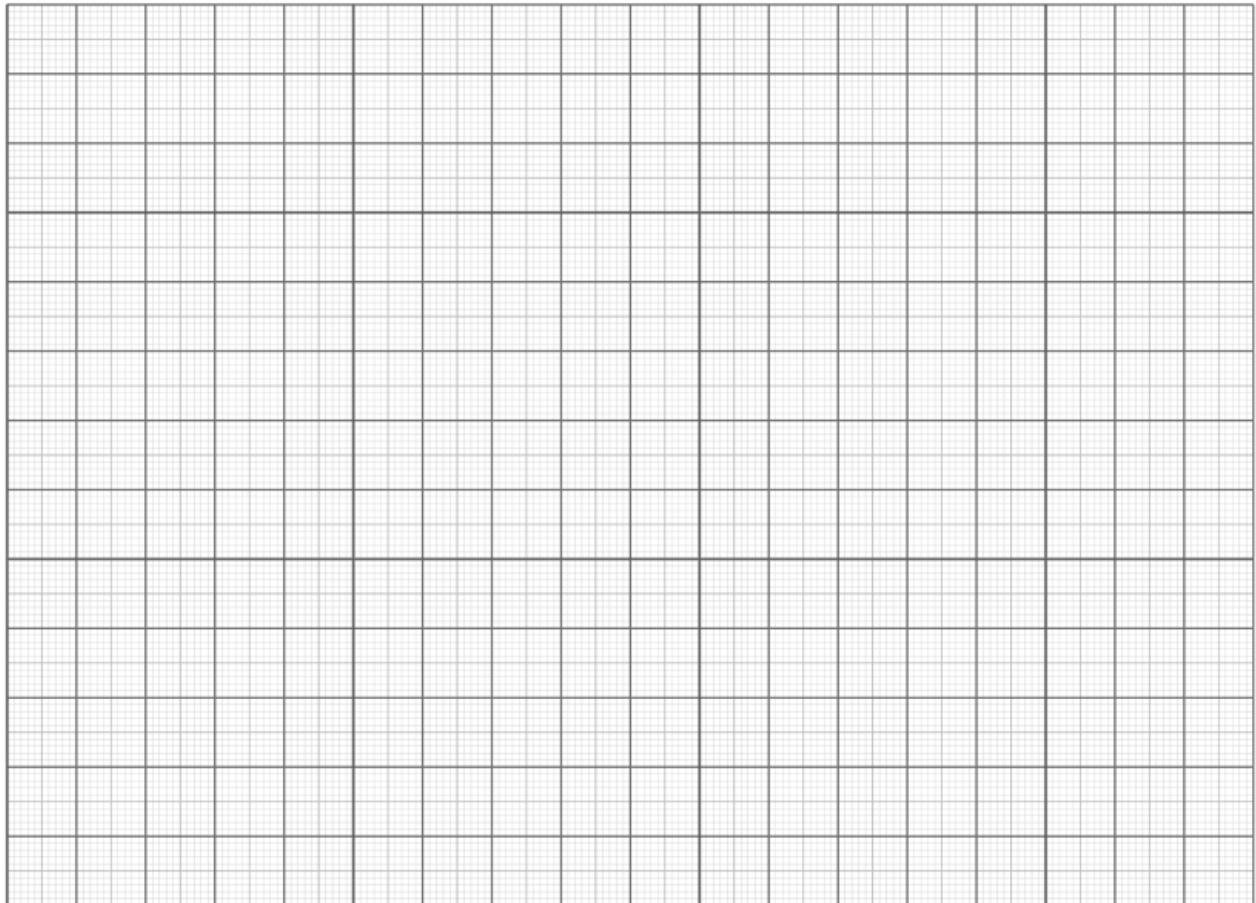


Diagramme de Désintégration de quelques sources :

