

- Objectifs :
- Mettre en évidence la loi de décroissance exponentielle d'un noyau radioactif
 - Utiliser un simulateur de compteur Geiger pour réaliser des comptages de désintégrations
 - Déterminer le temps $t_{\frac{1}{2}}$ de demi-vie d'un élément radioactif

I. Désintégration radioactive du ^{137}Cs et du ^{60}Co

1. Présentation du césium 137

Ce isotope du césium est un émetteur de rayons bêta et gamma. Il est produit avec une relative abondance dans les réactions nucléaires de fission. L'attention prêtée au césium 137 tient au fait qu'à l'échelle d'une centaine d'années, il constitue la principale source de radioactivité des déchets des réacteurs nucléaires avec le strontium 90 et les isotopes du plutonium.

Le césium 137 est également une des principales sources de contamination radioactive lors des accidents de réacteurs. Lors de l'accident de Tchernobyl, une quantité importante de cet isotope a été disséminée. Toutefois, les analyses récentes montrent que le niveau de césium dans l'atmosphère est retombé depuis 1995 au-dessous de ce qu'il était avant l'accident en 1986.

Un gramme de césium 137 pur présente une activité de 3,26 TBq.

Dans 94,6 % des cas, il donne par désintégration β^- du $^{137}\text{Ba}^*$ qui retombe à son état fondamental ^{137}Ba en émettant un rayonnement γ .

Dans les 5,4 % des cas restants, il donne directement par désintégration β^- du ^{137}Ba .

Le rayonnement γ émis par le $^{137}\text{Ba}^*$ peut être utilisé à des fins médicales ou industrielles, par exemple stériliser des aliments ou des appareils médicaux. Mais le césium 137 n'est en fait que très peu utilisé en raison de son instabilité chimique bien plus grande que celle du cobalt 60, isotope bien meilleur pour ce type d'applications car chimiquement plus simple à contrôler et émettant un rayonnement plus puissant.

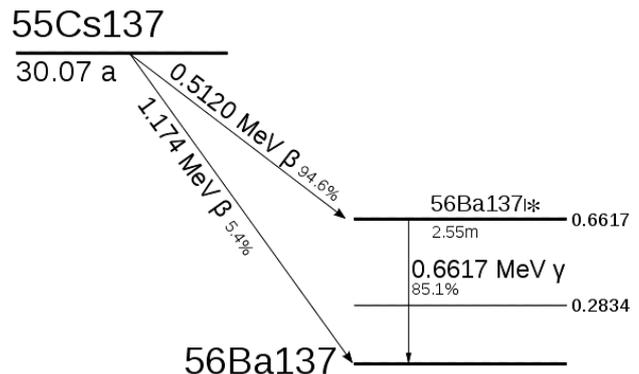


Diagramme de désintégration du césium 137

sources : <http://www.laradioactivite.com/fr/site/pages/cesium137.htm> et http://fr.wikipedia.org/wiki/C%C3%A9sium_137

2. Présentation du cobalt 60

Il s'agit d'un radionucléide qui donne du nickel 60 avec une période radioactive de 1 925 jours. Du fait de cette brièveté, le cobalt 60 est absent du milieu naturel et doit être produit artificiellement par bombardement de neutrons sur du cobalt 59, seul isotope stable du cobalt.

Il donne des rayons faiblement pénétrants, mais ce sont les rayonnements γ des radionucléides excités du $^{60}\text{Ni}^*$ qui sont très utilisées compte tenu de leur intensité, de la facilité avec laquelle on peut produire cet isotope du cobalt et de la faible durée de vie de ce dernier.

Sa radioactivité très élevée en fait un élément de choix en radiothérapie, mais pas seulement. Les sources de cobalt 60 ont aussi des applications industrielles, par exemple : stériliser des aliments ou des déchets hospitaliers, radiographier les soudures pour vérifier leur qualité, mesurer la densité du béton...

source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Cobalt_60

1. Donner la composition des 2 noyaux étudiés.
2. D'après le texte, quel rayonnement émis par les deux noyaux est utilisé dans l'industrie ou en médecine ?
3. Etude de la chaîne de désintégrations du ^{137}Cs et du ^{60}Co :
 - 3.1. Rappeler les lois de conservation lors des réactions nucléaires.
 - 3.2. Ecrire l'équation de désintégration du ^{137}Cs en $^{137}\text{Ba}^*$. S'agit-il d'une désintégration β^+ ou β^- ?
 - 3.3. Ecrire l'équation de désintégration du $^{137}\text{Ba}^*$.
 - 3.4. Ecrire l'équation de désintégration du ^{60}Co en $^{60}\text{Ni}^*$. De quel type de désintégration s'agit-il ?
 - 3.5. Ecrire l'équation de désintégration du $^{60}\text{Ni}^*$.
4. Combien y a-t-il de noyaux de ^{137}Cs dans un échantillon de 1,0 g ? (données : $M(\text{Cs}) = 132,9 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $N_A = 6,02\cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$).

3. But du TP

Il s'agit de vérifier comment évolue la population de noyaux radioactifs au cours du temps. Puisqu'il n'est pas possible d'étudier un échantillon sur plusieurs années (sauf pour certains élèves peut-être...), on utilise un simulateur, le même qu'au TP précédent. On choisira une source après l'autre et on tracera dans un premier temps l'évolution de l'activité A en fonction du temps.

Définition :

L'activité d'une source radioactive se mesure en becquerels Bq (en hommage à Henri Becquerel), unité correspondant au nombre de désintégrations par seconde.

5. Quelle est, d'après le texte, l'activité d'un échantillon de 1,0 g de ^{137}Cs ?

