

## TP5: Loi de décroissance radioactive

**But :** Il s'agit de vérifier :

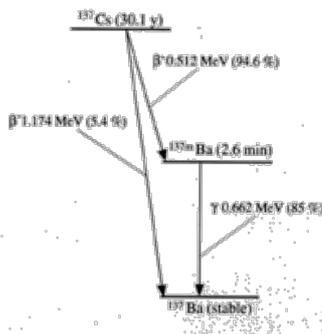
- la loi de décroissance radioactive pour l'activité  $A$  d'une source radioactive :

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \text{ et}$$

- de déterminer la constante radioactive  $\lambda$  ainsi que le temps de demie vie

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad \text{pour le nucléide : baryum -137}$$

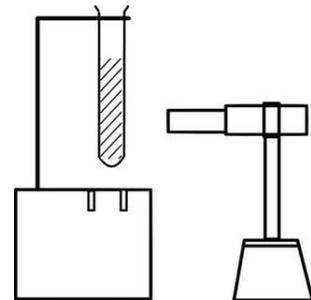
(émetteur gamma de photons d'énergie 662 keV).



### Expérience et manipulations

On ajoute quelques gouttes d'une solution radioactive contenant du baryum-137 (issue du générateur d'isotopes) dans quelques millilitres d'eau contenue dans un tube à essai.

On note chaque demi-minute le nombre d'impulsions détectées à l'aide d'un compteur Geiger-Müller, placé devant le tube à essai.



**Avant** d'ajouter l'isotope radioactif dans le tube, on mesure pendant  $\Delta t_{\text{bdf}} = 5$  minutes le nombre d'impulsions  $Z_{\text{bdf}}$  du de bruit de fond radioactif (dû à la radioactivité naturelle dans la salle de classe (matériaux de constructions, rayonnement cosmique, ...))

On en déduit le taux de comptage du bruit de fond :

$$z_{\text{bdf}} = \frac{Z_{\text{bdf}}}{\Delta t_{\text{bdf}}} \quad (\text{en impulsions/s} = \text{counts per second} = \text{cps})$$

Ce taux sera retranché de tout autre taux de comptage déterminé expérimentalement dans la suite.

Le chronomètre et le compteur G-M sont démarrés simultanément au moment où la solution radioactive est introduite dans le tube. Il faut veiller à ne plus changer la configuration de l'expérience dans la suite.

Pendant 15 minutes, chaque 20s, on relève le nombre d'impulsions  $Z$  détectées par le compteur G-M :

temps $t_n$ en s	nombre d'impulsions détectées $Z$	$\Delta t$	$\Delta Z$	instant $t = \frac{t_n + t_{n-1}}{2}$	taux de comptage (cps) $z = \frac{\Delta Z}{\Delta t} - z_{\text{bdf}}$
$t_0 = 0$	$Z_0 = 0$	$t_1 - t_0$	$Z_1 - Z_0$	$\frac{t_1 + t_0}{2}$	
$t_1 = 20$	$Z_1$	$t_2 - t_1$	$Z_2 - Z_1$	$\frac{t_2 + t_1}{2}$	
$t_2 = 40$	$Z_2$	$t_3 - t_2$	$Z_3 - Z_2$	...	
...					

On détermine pour chaque intervalle de temps :  $\Delta t = t_n - t_{n-1}$  le nombre d'impulsions détectées :  $\Delta Z = Z_n - Z_{n-1}$  et on calcule le taux de comptage  $z = \frac{\Delta Z}{\Delta t} - z_{\text{bdf}}$  pour chaque

instant  $t = \frac{t_n + t_{n-1}}{2}$ .

Ce taux de comptage  $z$  est évidemment proportionnel à l'activité  $A$  de la source. (Le facteur de proportionnalité dépend entre autre des facteurs géométriques du compteur G-M (pas tous les rayons émis par la source sont détectés par le compteur).

Ainsi l'allure temporelle de l'activité  $A$  caractéristique de la source en Bq est identique à l'allure du taux de comptage en impulsions/s (= cps = counts per second) détecté par le compteur G-M.

### Calculs, graphique et conclusion

Représenter le taux de comptage  $z$  en fonction de l'instant  $t$  et ajuster la courbe par une fonction exponentielle.

Ajouter une colonne dans le tableau et déterminer  $\ln(z)$  pour l'instant  $t$ .

Représenter  $\ln(z)$  en fonction de  $t$  et l'ajuster par une droite de régression.

Déterminer la pente et l'ordonnée à l'origine.

Déduire la constante radioactive de la pente.

En déduire le temps de demi-vie du Ba-137.

Comparer à la valeur théorique  $(T_{1/2})_{\text{théo}} = 2,55 \text{ min}$  (calcul de l'écart relatif).

Conclure.