



Désintégration radioactive du Radon 222 : « *Activité* » probable

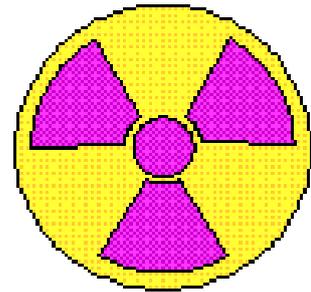
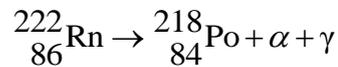


But de la manipulation

- Apprécier le caractère aléatoire de la désintégration radioactive du Rn 222.
- Étudier la distribution des probabilités de désintégration d'un échantillon de Rn 222.
- Exprimer l'évolution temporelle de N noyaux radioactifs.

Protocole expérimental : Le Compteur de Geiger

☞ Désintégration du Radon 222



☞ Le **compteur Geiger** est un appareil qui compte le nombre de « désintégrations alpha α ».



Professeur

- distance entre la source radioactive et le compteur : la source (filtre papier) est collée au compteur ;
- nombre d'écrans de plomb : Pas d'écran
- durée de comptage : 10 s.

☞ Ouvrir le Fichier « *PHYSIQUE_TP4 Radon.xls* »
Sélectionner la cellule B3 de la
feuille « 10 comptages »



PHYSIQUE_TP4 Radon.xls

	A	B	C	D	E
1					
2					
3	1			1	0
4	2			2	0
5	3			3	0
6	4			4	0
7				5	0
8				6	0
9				7	0
10				8	0
11				9	0
12				10	0
13				11	0
14				12	0
15				13	0
16				14	0
17				15	0



Professeur

Réaliser 10 comptages de la désintégration du Radon 222

Compléter les cellules B3 à B13.

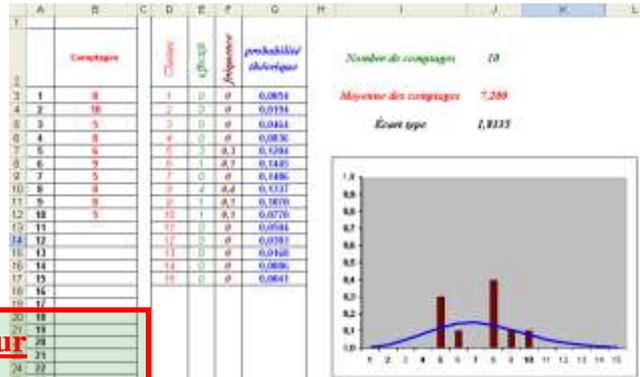




Observations

☞ A partir des résultats, calculer à la main, les effectifs de chaque « classe » de désintégrations sur les dix comptages. En déduire les fréquences sur 1 comptage, soit la probabilité des différentes classes.

☞ Tracer l'histogramme des fréquences.



Appel du professeur

Conclure sur le phénomène de désintégration du Radon 222.

Définitions statistiques

- **Valeur moyenne** du nombre de comptages : $\bar{x} = \sum x_i \cdot f_i / \sum f_i$
- **L'écart type** $\sigma = \sqrt{[\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i / \sum f_i]}$, est une grandeur qui renseigne sur la distribution des valeurs par rapport à la moyenne.
- **L'intervalle de confiance** définit comme étant égal à la valeur moyenne + ou - deux fois l'écart type $[\bar{x} - 2\sigma; \bar{x} + 2\sigma]$ possède un niveau de confiance de 95 %
- **Valeur la plus probable** : elle correspond au résultat de comptage ayant la fréquence la plus élevée.

Distribution et nombre de comptages :

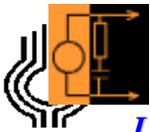
☞ En vous aidant du fichier Excel, compléter le tableau suivant :

Nombre de comptages	moyenne	écart-type	valeur la plus probable	(valeur moyenne) ^{1/2}
10				
50				
100				
250				
284				

☞ Calculer l'intervalle de confiance pour 284 comptages. En déduire le niveau de confiance.

Interprétations

Lorsque le nombre de comptages est grand, on vérifie que la loi de désintégration est un phénomène aléatoire qui suit une « loi de Poisson » ; l'écart type est proche de la racine carré de la moyenne et la valeur la plus probable est égale à la valeur moyenne. On a 95 % (dans cet exemple) de chance que le nombre de désintégrations mesuré soit compris dans l'intervalle de confiance.



Information

Le tableur permet de tracer les distributions de POISSON donnant la probabilité pour que la variable aléatoire X ait une valeur x , en fonction de x .

$\text{Prob}(X = x) = e^{-\lambda} \lambda^x / x!$ où λ est une constante réelle positive appelée paramètre de la loi. λ est égale à la valeur moyenne de x .

En prenant pour λ la valeur moyenne correspondant au plus grand nombre de comptages effectués et pour x les classes différentes trouvées lors des comptages, on a représenté la courbe théorique. **« Probabilité théorique »**

Expérimentalement la probabilité pour que le résultat d'un comptage soit x lorsqu'on a effectué N comptages est égale au quotient de la fréquence (déterminée avec EXCEL), correspondant à x , par N .

On constate que les courbes sont très différentes si le nombre de comptages est faible, par contre pour le nombre de comptages le plus grand les courbes se superposent pratiquement.

Loi binomiale de probabilité et désintégration radioactive

La loi de Poisson est la limite d'une loi binomiale de probabilité sous certaines conditions qui sont remplies pour un grand nombre de comptages.

On peut donc dire que la désintégration radioactive est régie par une « loi binomiale ».

Une loi binomiale est une loi de probabilité d'une série d'épreuves répétées possédant les propriétés suivantes :

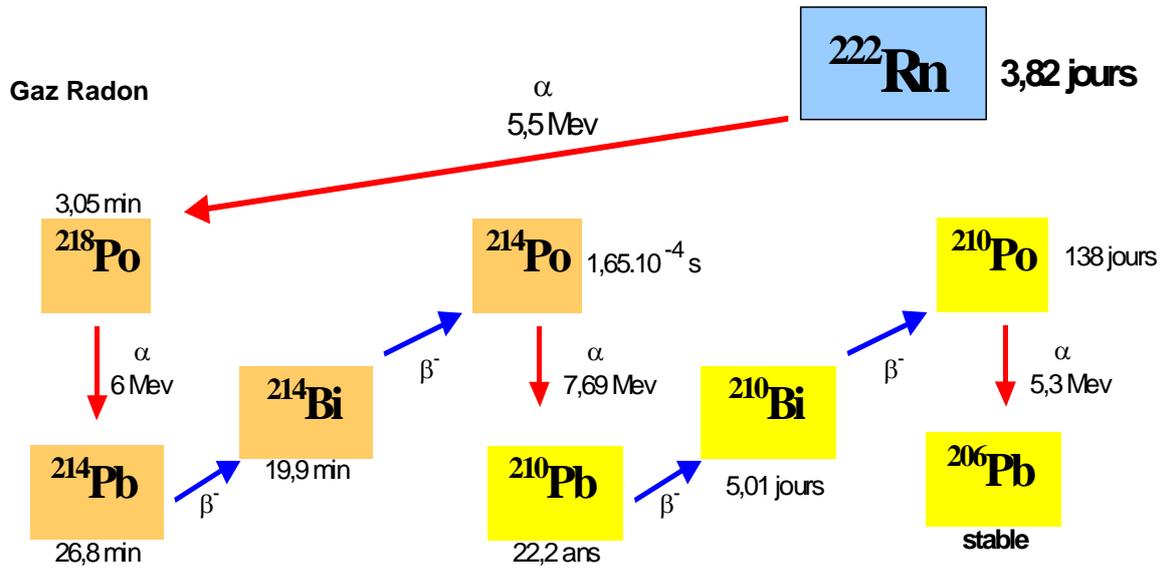
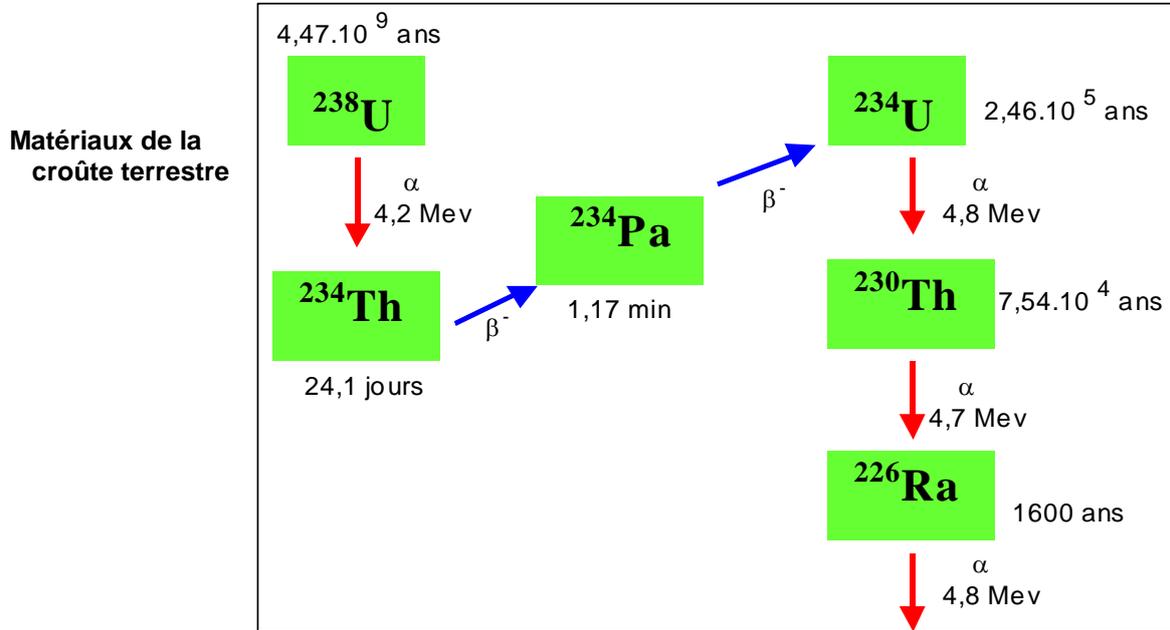
- chaque épreuve donne lieu à **deux éventualités exclusives** (et deux seulement) de « probabilités constantes p et $1-p$ ». Ces deux éventualités sont appelées souvent « succès ou échec ». Pour le physicien ces deux éventualités correspondent à la désintégration ou à la non désintégration d'un noyau : l'étude statistique montre que la probabilité de désintégration d'un noyau est constante.
- les épreuves répétées sont **indépendantes les unes des autres** : l'étude statistique montre que la désintégration ou la non désintégration d'un noyau est indépendante des autres noyaux.
- la variable aléatoire a pour valeur le nombre de succès dans une suite de n épreuves ce qui correspond bien aux comptages effectués.

L'étude statistique permet de caractériser les propriétés de la désintégration radioactive.



Famille radioactive naturelle de l'uranium 238

- ➔ Désintégration α
- ➔ Désintégration β^-



Descendants solides pouvant se déposer dans les poumons		Fin de la série et plomb stable
---	--	---------------------------------