

- Objectifs :**
- Mettre en évidence les caractéristiques de la désintégration d'un noyau radioactif
 - Utiliser un photomultiplicateur pour réaliser des comptages de désintégrations
 - Réaliser un traitement statistique des mesures à l'aide d'un tableur (Regressi par exemple)

I. Désintégration radioactive du ^{212}Po

1. Remarques préliminaires

Il est primordial d'avoir réalisé l'activité Ap 4.2 Rappels de statistiques (et de l'avoir sous les yeux...)

En effet, dans ce TP, on calcule des valeurs moyennes, des effectifs, ainsi que des écarts-type manuellement ou à l'aide d'un tableur (ou même à l'aide du mode statistique de sa calculatrice).

2. Présentation de la manipulation

Un élément radioactif a été enfermé au préalable dans une fiole. Il s'agit du polonium 212 (qui provient lui-même du radon 220). Un dispositif électronique permet de compter le nombre de particules issues de la désintégration des noyaux de ^{212}Po .

Matériel :

- la fiole scintillante : fiole dans laquelle ont lieu les désintégrations.
- le photomultiplicateur : dispositif dans lequel on place la fiole scintillante et qui permet le comptage des désintégrations.



le photomultiplicateur
et la fiole scintillante

Le photomultiplicateur affiche le nombre de particules détectées pendant une durée Δt .

Remarques importantes :

- Pendant une durée donnée Δt , le photomultiplicateur ne détecte pas toutes les désintégrations de la source mais **un nombre noté X proportionnel au nombre total de désintégrations**.
- Le nombre de noyaux qui se désintègrent pendant la durée Δt est très négligeable par rapport au nombre de noyaux radioactifs présents dans l'échantillon. **On pourra donc considérer que le nombre total de noyaux dans la source n'a quasiment pas varié pendant tout le TP.**

3. Première série de mesures (avec 4 groupes de 4 ou 5 élèves)

a. Une première mesure (réalisée par le professeur)

- Vérifier que le photomultiplicateur est sous tension.
- Sélectionner sur l'appareil : cycle : NON ; durée de comptage : $\Delta t = 5 \text{ s}$.
- Lancer le comptage en appuyant sur OK et noter le nombre de désintégrations obtenues (noté C sur l'appareil) : $X = \boxed{\quad}$

Chaque groupe va venir réaliser, dans les mêmes conditions expérimentales, la même mesure.

1.1. A votre avis, que peut-on prévoir de la comparaison des différentes mesures de X réalisées par chaque groupe ? Pourquoi (émettre plusieurs hypothèses dans chacun des groupes) ?

Avant de réaliser enfin les mesures, la prévision de chaque groupe est discutée et commentée avec le reste de la classe. Après la mesure, les résultats sont à nouveau discutés.

b. Mesures suivantes (réalisées par chaque groupe)

- Vérifier que le photomultiplicateur est connecté à l'ordinateur (port série RS232) et qu'il est sous tension.
- Sélectionner sur l'ordinateur l'« Atelier radon », puis l'onglet "Décroissance radioactive".
- Sélectionner à droite l'onglet « tableau » pour afficher le temps et les différents comptages (appelés « coups » ici).
- Sélectionner la durée de comptage : $\Delta t = 5 \text{ s}$.
- Lancer le comptage automatique et noter le nombre de désintégrations obtenues dans le tableau ci-dessous pour chaque comptage successif du cycle.

Attention ! L'écran affiche un zéro de trop (donc diviser par 10 la valeur affichée) mais corrige tout seul dans le tableau.

Pendant ce temps, les 3 groupes qui ne manipulent pas commencent la partie « Lancer de dés »

n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
X													
n°	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
X													
n°	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
X													

- Arrêter le cycle de mesures.

c. Traitements des mesures (avec un tableur ou à la calculatrice)

Calculer l'effectif de chaque valeur de X et compléter le tableau ci-dessous :

X															
effectif															

Tracer à la main un graphique montrant l'effectif des valeurs prises par X (diagramme en bâtons en portant en abscisse la valeur de X et en ordonnée l'effectif). Vérifier votre diagramme avec la calculatrice et/ou le tableur.

- 1.2. Le diagramme a-t-il une forme particulière ?
- 1.3. Calculer la valeur moyenne \bar{X} et l'écart-type σ pour toutes vos mesures.

4. Série de mesures et traitement automatisé (réalisé par le professeur)

Pour vérifier les résultats précédents, il est nécessaire de refaire l'expérience sur un nombre de comptage beaucoup plus important : les statistiques seront alors plus affinées.

Une fois les mesures de tous les groupes effectuées, on réalise une série de mesures automatisées : **200 comptages successifs** dans les mêmes conditions expérimentales que précédemment.

L'ordinateur, qui cette fois « fait tout le travail », trace un graphique en bâtons au fur et à mesure des comptages. Il calcule évidemment aussi la valeur moyenne \bar{X} du nombre de particules détectées, ainsi que l'écart-type σ au fur et à mesure des comptages.

- 1.4. Comparer l'allure des diagrammes en bâtons, les valeurs de la valeur moyenne \bar{X} et de l'écart-type σ lorsque le nombre de comptage augmente (le vôtre avec 40 mesures, celui commun à la classe avec 200 mesures).
- 1.5. Quelle est l'influence du nombre de mesures sur les résultats ?
- 1.6. Les fluctuations de comptage peuvent-elles s'expliquer par des incertitudes de mesure ?
- 1.7. A quoi cela sert-il de multiplier les mesures ?



II. Comparaison avec le lancer de dés

Ouvrir le logiciel de simulation « **Le lancer de dés** » :

- ☞ Commencer par la première partie « 1. Caractère aléatoire du lancer de dés ».
- Lancer les dés un par un (puis 10 par 10) et observer le diagramme en bâtons après 5, 10, 15, 20, 50, 100 et 200 lancers.
 - 2.1. Le diagramme a-t-il une forme particulière ?
 - 2.2. Quelle est la valeur du dé qui est sorti le plus souvent ?
 - 2.3. Si on recommence (possible avec la touche RAZ), peut-on s'attendre à la même chose ? Préciser.
 - 2.4. Le lancer de dé est-il un événement aléatoire ou un événement déterministe ?
- ☞ Passer à la page suivante (Fichier-> Suite) : « Lancer de 100 dés identiques »
- Lancer les 100 dés identiques.
 - 2.5. Combien de dés affichent un « 6 » ?
- Recommencer plusieurs fois.
- ☞ Passer à la page suivante (Fichier-> Suite) : diagramme en bâtons.
- Recommencer, observer le diagramme en bâtons et noter dans le tableau ci-dessous la valeur moyenne et l'écart-type après 1, 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 40, 60, 80, 100, 200, 400 et 600 lancers.

N	1	2	3	5	7	10	15	20	40	60	80	100	200	400	600
\bar{X}															
σ															

- 2.6. Le diagramme tracé automatiquement (effectifs) a-t-il une forme particulière ?
- Tracer avec *Regressi* le graphique représentant l'évolution de la valeur moyenne en fonction du nombre de lancers.
- Tracer avec *Regressi* le graphique représentant l'évolution de l'écart-type en fonction du nombre de lancers.
 - 2.7. Vers quelles valeurs semblent converger la moyenne et l'écart-type au fur et à mesure des lancers ? **En théorie, à quelle valeur moyenne pouvait-on s'attendre ?**
 - 2.8. Quelle est l'influence du nombre de mesures sur les résultats ?
- Tracer la courbe de Gauss (automatique) et la comparer avec le diagramme.
- ☞ **S'arrêter ici** pour l'utilisation du logiciel. On utilisera les autres parties du logiciel dans le TP suivant.



III. Comparaison des 2 parties et conclusions

- 3.1. Quelles réflexions vous suggèrent la comparaison des diagrammes obtenus pour la désintégration de l'élément radioactif et pour les séries de lancers de dés ?
- 3.2. Pouvez-vous poser une hypothèse pour ce qui concerne le caractère de la désintégration radioactive ?
- 3.3. Conclure