



La radioactivité : phénomène naturel

Une utilisation du compteur de radioactivité, présent dans tous les lycées

Au cours d'une même séance de TP, on peut réaliser deux types d'activité : montrer que la radioactivité est un phénomène naturel et un phénomène aléatoire.

Les deux manipulations sont imbriquées dans le temps de la séance de TP.

I. CARACTERE NATUREL DE LA RADIOACTIVITE

Première manipulation :

- Présentation du compteur de radioactivité : il s'agit d'un compteur de type Geiger-Müller dont le fonctionnement n'entre pas dans le cadre du programme : il **peut** détecter la présence de rayonnement β ou γ , avec une certaine efficacité.
- Constatation de réponses, même en l'absence de source radioactive : on choisira un temps de 100s et l'expérience sera recommencée deux à trois fois pour montrer le caractère non reproductible d'une mesure. Cependant, les mesures obtenues seront notées.
- Présentation d'une source radioactive : la source contenant du césium 137.
- Présentation d'une source d'usage plus courant : manchon Auer d'une lampe à gaz ou (et) détecteur de fumée.

Deuxième manipulation :

D'où peut provenir la réponse du compteur en l'absence de source radioactive bien identifiée ?

Deux possibilités : le "ciel" ou la "terre" (comprenant les murs du bâtiment)

- Isolons le compteur du sol par une feuille de plomb et posons le sur la fenêtre de la salle de TP : il continue d'indiquer la présence de rayonnement. Le rayonnement vient de l'extérieur.
- Si le rayonnement vient du sol ou des murs du bâtiment ou de l'air confiné dans le bâtiment, il semble logique de l'enterrer et de suivre ses indications : solution peu réaliste dans les conditions d'une séance de TP. Par contre, les sous-sols ou vides sanitaires des lycées peuvent permettre de donner une réponse.

Dispositif expérimental :

Un aspirateur, un filtre de cafetière et un compteur de radioactivité :



1^{ère} manipulation : le filtre est séparé en deux parties de façon à disposer d'une couche de papier. La feuille obtenue est pliée de façon à entrer dans le compteur, devant la fenêtre du compteur. La mesure dure **100s** ; la manipulation est reprise trois fois et on montre que la présence du filtre n'induit pas de réponse significativement plus importante que ce qui a été obtenu sans filtre.

2^{ème} manipulation : on place le filtre à l'extrémité du tube de l'aspirateur et le groupe de TP descend devant les sous-sols (ou vides sanitaires) du lycée, généralement fermés. On place le tube de l'aspirateur muni du filtre par l'entrebâillement de la porte, au niveau du sol et on le laisse aspirer pendant 10 min environ.

Immanquablement, quelques poussières se fixent sur le filtre.

Le filtre est replié selon les traces laissées au cours de la 1^{ère} manipulation.

Rapidement on remonte dans la salle de TP ; le filtre est placé devant le compteur dans les mêmes conditions que la fois précédente. La réponse du compteur nettement supérieure (x1,8 pour les essais réalisés dans notre lycée) à celle obtenue avec le papier initialement propre.

Si on dispose de deux compteurs de radioactivité, il est possible de suivre la décroissance au cours de la suite de la séance de TP. L'intérêt est assez limité : même en supposant que l'équilibre radon et fils est atteint dans le sous-sol, les réponses du compteur dépendent des énergies des rayonnements γ des éléments de la famille radioactive et de l'équilibre qui s'établit entre chacun d'eux (Polonium 218, $t_{1/2} = 3$ min ; Plomb 214, $t_{1/2} = 27$ min ; Bismuth 214, $t_{1/2} = 20$ min ; Polonium 214, $t_{1/2} = 0,16$ ms ; Plomb 210, $t_{1/2} = 19$ ans).

Par contre, il est intéressant de noter que la radioactivité a diminué au cours de la séance de TP.

Le but de cette manipulation est de montrer que les éléments de construction et la terre sont sources de radioactivité et qu'il est sage d'aérer les locaux quand les matériaux de construction sont issus de roches ou sables granitiques. Cependant les niveaux détectés correspondent à des doses très infimes par rapport à celles reçues au cours d'un simple voyage aérien.

Réalisation effectuée à partir d'une discussion avec M. M. Sauget, IPR-IA de l'Académie de Nancy-Metz

Bibliographie : Risques des rayonnements ionisants et radioprotection. Académie des sciences. Novembre 1989.

II. CARACTERE ALEATOIRE DE LA RADIOACTIVITE

Il s'agit d'une manipulation plus classique réalisée avec la source de césium placée devant un écran d'aluminium pour ne tenir compte que du rayonnement γ . (La radioprotection n'étant pas du programme, il faudra cependant expliquer le rôle de la feuille d'aluminium).

A partir d'une série de mesures, utiliser un tableur ou une calculatrice pour calculer la moyenne, la variance et l'écart type du nombre d'impulsions détectées par le compteur pendant un temps donné.

Il ne s'agit pas de refaire le cours de Mathématiques, mais de vérifier le caractère aléatoire de la désintégration.

Aussi l'utilisation d'un logiciel (Regressi par exemple) permet de visualiser que la loi de désintégration ne mettant en jeu qu'un seul radioélément de durée de demi-vie très grande par rapport à la durée du TP (et dont les fils ont une durée de vie très courte), suit une distribution de Gauss (ou distribution normale).

Le compteur sera disposé au milieu de la salle de TP et toutes les 10 s, une mesure sera effectuée ; chaque groupe de TP entre la valeur lue dans le tableur. Il faut au-moins une centaine de mesures pour obtenir un résultat très probant (ou 50 mesures toutes les 20 s). Cette manipulation peut paraître fastidieuse, mais elle amuse les élèves !

On pourra alors visualiser que la distribution des résultats suit une distribution normale.

Ensuite le logiciel affiche la moyenne, la variance et l'écart type. La notion de classe pourra être visualisée.

Ce qui est intéressant est de donner une signification physique à ces grandeurs, en particulier l'écart type σ comme limite de confiance à 68 % ou 2σ à 95%.

Bibliographie : Incertitudes et analyses des erreurs dans les mesures physiques. John TAYLOR MASSON SCIENCES DUNOD