

Radioactivité

Félix Petizon, Laurent Graulich, Vincent Dufresnoy

Introduction à la radioactivité

Les noyaux des atomes, de part leur composition même, peuvent être stables ou instables.

Les noyaux instables, dans leur quête de stabilité, peuvent se désintégrer en émettant différents types de rayonnements. Ces rayonnements sont des particules émises avec une grande énergie.

On distingue trois grands types de rayonnements radioactifs :

*Les rayonnements α : les particules constituant les rayonnements α sont des noyaux d'hélium. Ces rayonnements sont les plus puissants des trois cités ici.

*les rayonnements β : nous pouvons distinguer deux sous-catégories de rayonnements β . Nous avons d'une part les rayonnements β^+ formé de positrons et provenant de nuclides avec excès de protons); et d'autre part les rayonnements β^- formé d'électrons et provenant de nuclides avec excès de neutrons).

*les rayonnements γ : les rayons gamma sont des rayonnements électromagnétiques. On peut les comparer à de la lumière extrêmement énergétique.

Le rayonnement α est le plus puissant des trois. Il est également le plus facilement arrêté. En effet une simple feuille de papier (ou même une couche d'air de quelques centimètres) suffit à arrêter ce type de rayonnement. Une feuille d'aluminium suffit pour stopper les rayons β , tandis qu'il faut une épaisse couche de matière comme du plomb est nécessaire pour atténuer l'effet des rayons gamma.

Mesure de la radioactivité

Le compteur le plus utilisé pour mesurer la radioactivité est le compteur Geiger, compteur dont nous avons construit un exemplaire afin que les visiteurs puissent en voir et en comprendre le fonctionnement.

Ce compteur consiste en un tube en verre rempli de gaz neutre ainsi que d'une anode et d'une cathode. Nous appliquons aux électrodes une différence de potentiel de l'ordre du 500 V. Lorsque que des rayonnements radioactifs traversent le tube, ils interagissent avec le gaz en lui arrachant des électrons, en l'ionisant. Les électrons arrachés sont accélérés par la différence de potentiel et vont acquérir suffisamment de force que pour arracher des électrons d'autres, produisant une avalanche. Le condensateur formé par les électrodes se décharge, l'avalanche s'arrête, le courant ne passe plus, et il faut une nouvelle particule radioactive pour déclencher à nouveau la réaction en chaîne.

Le bref passage de courant est utilisé pour faire le comptage. Il suffit de compter le nombre d'impulsions électriques provoquées par l'ionisation du gaz pour avoir la mesure de l'activité d'un élément radioactif, exprimée en Becquerel (1 Bq = 1 désintégration/s). Dans le cas du compteur que nous avons constitué, les impulsions sont amplifiées et envoyées un haut-parleur. Nous pouvons ainsi entendre en temps réel un crépitement lorsque le compteur capte un rayonnement.

Durant une courte période de temps qui suit une détection, le compteur Geiger est incapable de mesurer une nouvelle fois. Cette période est appelée le temps mort. C'est le temps nécessaire pour que la différence de tension se remette en place et que le gaz revienne à l'équilibre. Le temps mort, dans le cas du compteur que nous avons construit, est de l'ordre de la centaine de microseconde, ce qui signifie que nous ne verrons pas la différence entre une source radioactive émettant 20 000 ou 50 000 désintégrations par seconde.

Un autre type de compteur utilisé est le compteur proportionnel. Ce compteur mesure non seulement la quantité de désintégrations, mais également la puissance du rayonnement émis. Cependant, de part sa conception, il est moins sensible à de faibles taux de désintégrations.

Les phénomènes aléatoires

La désintégration d'un atome instable est impossible à prédire. Il s'agit d'un phénomène totalement aléatoire et imprévisible pour un atome donné. Néanmoins, si on a un grand nombre d'atomes identiques, il est possible de prédire le nombre de désintégration pour l'ensemble des atomes. Pour cela, on utilise un outil fourni par les mathématiques : la distribution de Poisson.

Applications

La radioactivité possède de nombreuses applications. On peut citer la lutte contre le cancer, en irradiant les cellules malades ; la fabrication de scanners ; l'observation des mouvements des fluides sous la croûte terrestre. Certaines applications provoquent débat comme la production OGM par irradiations de l'ADN et, bien sûr, la production d'énergie électrique.