

Les radioactivités

Peut-on éviter la radioactivité ?

La réponse est Non

Dans notre univers nous sommes baignés par la radioactivité qui existe depuis toujours, peu après le big-bang, il y a 14 milliards d'années lorsque les protons et les neutrons ont commencé à synthétiser les noyaux de nos atomes, un certain nombre d'entre eux ont une distribution déséquilibrée. Ils sont donc instables. Pour se rééquilibrer ils doivent changer cette distribution, c'est l'origine de la radioactivité et cette transformation est *irréversible*. Elle s'accompagne généralement de l'émission de particules, alpha ou électrons et le plus souvent de rayonnements gamma qui l'accompagne.

Les rayonnements émis

Trois classes principales

Rayonnement alpha α :

Ce sont des noyaux d'hélium ayant perdu 2 électrons, ils sont donc très ionisants et créent de nombreux dégâts dans la matière, particulièrement sur les cellules vivantes. Une de ces conséquences de ce pouvoir ionisant est qu'ils sont très facilement ralentis par la matière et qu'il est facile de s'en protéger, une feuille de papier suffit pour les stopper complètement. Par contre l'ingestion ou plutôt l'inhalation d'une substance radioactive par émission α peut induire un cancer pulmonaire.

Rayonnement bêta β :

Il s'agit là d'électrons, animés d'une grande vitesse et qui possède un pouvoir ionisant moindre que les rayons α . Mais leur parcours dans la matière est plus important, de quelques millimètres jusqu'à quelques centimètres selon leur énergie. En ce qui concerne la protection externe des individus un écran métallique ou en verre d'une épaisseur d'au moins 1 cm suffit pour les arrêter. Dans le cas d'une ingestion accidentelle (aliments, boissons contaminés) les effets sont graves ou bénins selon la quantité de radioactivité absorbée et surtout la nature de l'élément chimique. Par exemple un élément comme le césium (analogue du potassium) s'élimine rapidement de l'organisme, mais s'agissant du strontium (analogue du calcium) il se fixe à l'os et produit des dommages irréversibles au long terme à la moelle osseuse. De même les iodes radioactifs se fixent sélectivement sur la glande thyroïde. Il existe une commission internationale qui fixe les limites d'activité « acceptable » dans l'eau et dans l'air pour chaque radioélément.

Rayonnement gamma γ :

Ce sont des rayonnements qui accompagnent généralement la radioactivité α ou β . Ils sont d'origine électromagnétique, tout comme la lumière visible ou les Rayons X mais possèdent une longueur d'onde très courte et ainsi sont très pénétrants dans la matière. Il n'y a pas ici de notion de parcours comme pour les rayons α ou β mais une diminution de leur intensité qui est fonction (exponentielle décroissante) de l'épaisseur parcourue.

La demi-vie

La demi-vie, ou encore période d'un élément radioactif, est le temps que met ce radioélément pour perdre la moitié de son activité initiale. Au bout d'une période il reste encore la moitié de l'activité, au bout de 2 périodes il reste le quart de l'activité initiale après 3 périodes il reste $1/8^{\text{ème}}$ et ainsi de suite. Cela veut dire qu'au bout de 10 périodes l'activité est ramenée à environ $1/1000$ de l'activité initiale.

L'échelle des périodes des éléments radioactifs connus est énorme, cela représente un facteur 1020 entre les éléments fossiles et les plus fugitifs. Par exemple, l'uranium 238 naturel a une période de 4,47 milliards d'années, ce qui revient à dire que depuis que la Terre existe il n'a perdu que la moitié de son activité !! De même le potassium 40 présents dans l'environnement et dans notre corps possède une période de 1,3 milliard d'années.

Quelques exemples d'isotopes radioactifs présents dans l'environnement, introduits par l'homme de manière volontaire (armes nucléaires) ou accidentelle (Tchernobyl, Three Miles Island, Fukushima) ou utilisés médicalement :

Plutonium 239 : 24000 ans

Iode 131 : 8 jours

césium 137 : 30 ans

technétium 99 : 6 h

L'activité

Les unités

Le Becquerel, c'est l'unité de radioactivité légale du système international, il correspond à 1 désintégration par seconde, symbole **1 Bq**

Les multiples sont :

le kiloBecquerel : 1000 Bq,

le MégaBecquerel : 1 million de Becquerels

le GigaBecquerel : 1 milliard de Bq,

ensuite TBq = 10^{12} Bq, PBq = 10^{15} Bq, EBq 10^{18} Bq etc

L'ancienne unité peu utilisée : **Le Curie**, était défini comme l'activité de 1 gramme de radium en équilibre avec ses dérivés (radon polonium, etc) vaut 37 milliards de Becquerels (3,7 GBq),

Les sous multiples étant :

1 millicurie : 37 millions de Bq,

1 microcurie = 37000 Bq,

1 nanocurie = 37 Bq,

1 picocurie = 0,037 Bq.

Quelques activités typiques dans notre environnement

Le **radon** dans l'air, c'est un gaz rare radioactif produit par la désintégration de l'uranium et de son produit de filiation le radium avec lequel il est en équilibre permanent. Son activité est variable selon le lieu où l'on se trouve, zone granitique (Massif Central, Bretagne) ou sédimentaire, le sol les murs et le taux de renouvellement de l'air. Ce sont donc quelques Becquerels par mètre cube.

Le potassium naturel contient un isotope radioactif, le **potassium 40**, présent dans la proportion de 0,01%. Cet isotope qui possède une demi-vie de 1,3 milliards d'années conduit donc à une radioactivité du potassium naturel. Ainsi le potassium naturel correspond à 31 Bq/g, pour un corps humain de taille moyenne, poids 80 kg à raison de 164 g de K, cela se traduit une radioactivité d'environ 5000 Bq. Dose à l'humain : 0,39 mSv/an (voir plus loin).

Pour mémoire 1 kg de fruits correspond à 60 à 80 Bq de potassium 40.

Un minerai d'uranium à 10% possède une activité de 100 kBq/kg

Les bombes au cobalt pour radiothérapie 200 TBq

Tchernobyl > 10^{19} Bq

Bombe atomique (Hiroshima) 10^{23} Bq

Contamination et irradiation

2 notions fondamentalement différentes :

L'irradiation est la conséquence de l'exposition du corps humain (mais pas seulement) à une source radioactive externe à l'individu*. Celui-ci reçoit alors une dose de rayonnement (principalement gamma) qui se mesure en unités Sievert (voir plus bas)

*cette source peut être ponctuelle (source radioactive à usage industriel), focalisée (diagnostics médicaux : scanners, radiographies corporelles) ou environnementale : accidents nucléaires

Les doses

A suivre !