



ONDRAF

Organisme national des déchets radioactifs
et des matières fissiles enrichies

fiche d'information

INTRODUCTION A LA RADIOACTIVITE

1. Radioactivité et rayonnement ionisant

Tout ce qui nous entoure est radioactif à un degré ou un autre. L'air que nous respirons, les plantes, l'eau, les roches, etc. ... contiennent des matières radioactives, et ce depuis les origines de l'univers.

Les rayonnements nous parviennent également du cosmos.

Toute matière est composée d'atomes. Les atomes sont des éléments extrêmement petits mais complexes. Ils se composent d'un noyau autour duquel gravitent des éléments appelés électrons. Le noyau se compose à son tour de deux éléments différents, les protons et les neutrons.

On peut se représenter un atome comme un mini système solaire où le soleil est constitué par le noyau et les planètes par les électrons qui gravitent autour.

Généralement, les atomes sont stables ; ils ne se modifient pas. Cette stabilité suppose un équilibre dans le rapport entre le nombre de protons et de neutrons dans le noyau. Dans certains atomes, cet équilibre est rompu. On dit alors que le noyau atomique est instable ou que l'atome est radioactif.

Un noyau atomique instable ou radioactif subira une mutation spontanée jusqu'à atteindre un nouvel et meilleur équilibre. Ce processus libère de l'énergie sous la forme d'ondes (rayonnements) et/ou de particules.

Ce rayonnement est ionisant. En autres mots, il contient tellement d'énergie qu'il peut arracher des électrons aux molécules rencontrées sur son parcours.

Rayonnement ionisant

Les noyaux atomiques instables recourent à plusieurs procédés pour atteindre un plus grand équilibre.

L'un d'eux consiste à émettre des rayons gamma. Il s'agit d'ondes électromagnétiques qui se déplacent à la vitesse de la lumière (300.000 km/s). Leur énergie est déterminée par leur fréquence, à savoir le nombre d'ondes par seconde. Les rayons gamma possèdent une force de pénétration considérable dans le milieu environnant et seules des matières très denses peuvent les freiner, telles que le fer, le béton ou le plomb, d'une épaisseur de quelques centimètres à plusieurs mètres selon l'intensité. Le rayonnement gamma peut parcourir des centaines de mètres dans l'atmosphère sans s'affaiblir de manière significative.

Les rayonnements alpha et bêta consistent en particules riches en énergie qui sont expulsées hors des noyaux atomiques instables.

Dans le cas des rayonnements alpha, les particules qui transportent l'énergie sont relativement grandes et lourdes (il s'agit d'atomes d'hélium composés de deux protons et de deux neutrons). Par conséquent, les rayonnements alpha sont très peu pénétrants et peuvent aisément être arrêtés. Une feuille de papier ou une couche d'air de 3 cm suffisent pour les retenir. Ces particules sont expulsées du noyau atomique à une vitesse de 16.000 km par seconde.

Les rayonnements bêta sont des particules énergétiques plus légères (électrons). Elles sont expulsées du noyau atomique à la vitesse de 270.000 km par seconde. Il suffit, par exemple, d'une plaque d'aluminium de quelques millimètres ou d'une couche d'air de 3 mètres pour les arrêter.

2. Conséquences pour l'homme

Le rayonnement ionisant endommage les tissus vivants en arrachant des électrons aux molécules qui composent le tissu. Ce dernier est capable de se reconstituer mais le potentiel de régénération des cellules vivantes est limité. Un rayonnement ionisant trop intense ou prolongé devient ainsi dangereux.

La détérioration des cellules par rayonnement peut avoir des conséquences diverses. Ainsi, l'activité cellulaire peut subir une mutation telle que les cellules se multiplient sans limite (développement d'un cancer). Les ionisations dans les cellules peuvent également annihiler l'activité cellulaire, entraînant ainsi la mort des cellules.

Les dangers pour la santé dépendent de deux facteurs :

- la quantité d'énergie transmise (la durée d'exposition, par exemple) ;
- le type de rayonnement.

Irradiation

L'homme subit de toutes parts les assauts des rayonnements ionisants qui proviennent du noyau terrestre, existent dans l'écorce terrestre, dans l'atmosphère où nous vivons et partout ailleurs dans l'univers. Ces rayonnements naturels font partie intégrante de la vie. C'est pourquoi ils sont également appelés fond naturel des rayonnements.

Outre le fond naturel des rayonnements, l'homme peut être exposé au rayonnement ionisant par contact avec des substances et matériaux rendus radioactifs de façon artificielle. Depuis peu, l'homme provoque lui-même des rayonnements supplémentaires, en premier lieu à des fins médicales, mais aussi par la production d'électricité d'origine nucléaire et par de nombreuses autres applications.

Ces rayonnements (artificiels) supplémentaires ne représentent qu'une part très faible par rapport au fond naturel des rayonnements auquel l'homme est exposé en permanence.

Contamination

Outre l'irradiation, la contamination peut apparaître suite à un contact avec des matières radioactives. En cas de contamination externe, les particules radioactives se fixent sur la peau ; la contamination interne suppose que les particules radioactives soient absorbées par l'organisme, soit par inhalation, soit par ingestion ou encore en pénétrant dans le sang par une plaie ouverte.

3. Le concept de période

Le noyau d'une matière radioactive n'est pas stable. Il se désintègre spontanément : c'est la décroissance radioactive. Ce processus donne lieu à un rayonnement.

Chaque fois qu'un atome d'une substance radioactive se désintègre, il se forme une autre substance ou une variante atomique qui n'est généralement pas radioactive par elle-même. La quantité de matière radioactive diminue donc de plus en plus.

La vitesse à laquelle la radioactivité disparaît est exprimée en "période radioactive" ou "période" tout court. La période est l'intervalle de temps nécessaire à une matière pour perdre la moitié de ses atomes radioactifs. Elle est en millions d'années. La période n'exprime donc pas le temps nécessaire à une substance pour perdre toute radioactivité mais plutôt le rythme auquel cette radioactivité diminue.

4. Gérer la radioactivité

L'homme a conçu des techniques efficaces qui limitent les risques d'irradiation et de contamination.

Les principaux éléments qui jouent un rôle déterminant dans la protection contre le rayonnement ionisant sont :

- la durée de l'exposition

Plus la durée d'exposition est brève, plus la dose d'irradiation est faible

- la distance de la source

Plus la source radioactive est éloignée, plus la dose d'irradiations est faible

- le blindage

Protection contre l'irradiation externe : le plomb, le béton et beaucoup d'autres matériaux protègent efficacement du rayonnement

- le confinement

Protection contre la contamination et la dissémination de substances radioactives : le port de vêtements adéquats et de masques limite le risque de contamination. L'enrobage des matières radioactives s'oppose à leur dissémination.

5. Mesure de la radioactivité

A l'inverse, par exemple, de la lumière ou de la chaleur, l'homme ne perçoit pas la radioactivité et le rayonnement ionisant par l'intermédiaire de ses sens.

Mais l'homme dispose en revanche d'appareils de mesure très sensibles et très précis pour détecter des quantités même infimes de rayonnements.

L'unité de la radioactivité est **le becquerel**, en abrégé Bq. Un becquerel équivaut à une désintégration de noyau atomique par seconde. Il indique par conséquent la quantité de radioactivité. Si un atome d'une matière donnée se désintègre à la seconde, cette manière est une source radioactive présentant une activité de 1 becquerel.

Plus concrètement : l'eau de l'océan contient 12 Bq par litre. L'être humain est une source radioactive de 8.500 Bq environ. Il s'agit de la quantité de matière radioactive naturelle dans notre corps, soit quelques 120 Bq par kilo.

L'effet des divers rayonnements sur un individu varie en fonction de la nature du rayonnement et de la partie du corps exposé. La dose d'irradiation est une mesure de l'effet du rayonnement sur l'homme.

L'unité de mesure de la dose d'irradiation reçue par un homme est **le sievert**, en abrégé Sv. Généralement, on utilise le millièrme de sievert comme unité de référence, le millisievert, en abrégé mSv.

A titre d'exemple, le fond de rayonnement naturel moyen en Belgique équivaut à une dose annuelle de 3,6 mSv.

Doses importantes

Un adulte se compose d'environ 60.000.000.000.000 de cellules dont plusieurs millions meurent chaque jour et sont remplacés par de nouvelles.

La plupart des cellules détruites par une dose de rayonnement faible ou moyenne sont remplacées en quelques jours ou quelques semaines. En cas de rayonnement très important, de 1.000 mSv ou plus, la destruction des cellules peut être telle que le corps n'est pas en mesure de remplacer ces cellules assez rapidement. Cette situation s'accompagne de phénomènes tels que des brûlures et des vomissements.

Une dose d'irradiation d'environ 10.000 mSv ou plus entraîne la mort dans un délai de quelques jours ou semaines. De tels effets ont uniquement été constatés suite à l'explosion d'armes nucléaires ou à un très petit nombre d'accidents graves.

Pour des doses de rayonnement jusqu'à 250 mSv environ, le seul effet est le risque de développement d'une tumeur. Ce risque est évalué à 5 % par Sv, soit un cinq millièmes de pour-cent par mSv.

Supposez que 100.000 personnes reçoivent chacune une dose de 10 mSv. Il est alors possible que 50 parmi elles décèdent quelques dizaines d'années plus tard des suites de l'irradiation.

Ce risque est proportionnellement plus limité si la dose est plus faible.

6. Applications de la radioactivité dans notre vie quotidienne

Outre le rayonnement en provenance de la nature, les propriétés du rayonnement radioactif sont exploitées dans une foule d'applications dont, entre autres, le dépistage et la guérison de maladies, l'éradication par stérilisation des épidémies propagées par les insectes, la conservation des aliments, la datation des découvertes archéologiques et des œuvres d'art. Parmi les autres applications utiles, citons la recherche de nouveaux matériaux et de nouvelles techniques, les appareils de détection et de mesure ultrasensible, la stérilisation de matériels et d'appareils ainsi que les techniques d'analyse. Même le scalpel du chirurgien peut déjà être remplacé par un rayonnement radioactif.

Energie nucléaire

Lors de la production d'énergie nucléaire, les noyaux atomiques de l'uranium, radioactif par nature, sont désintégrés. Cette fission est provoquée en bombardant l'uranium avec des neutrons. Des quantités énormes d'énergie sont ainsi libérées et transformées ensuite en vapeur. Comme dans les centrales électriques classiques, cette vapeur permet à des turbines de produire de l'électricité.

Lors de la fission, l'atome d'uranium se divise en deux ou plusieurs noyaux atomiques plus légers qui sont instables et radioactifs et en deux ou trois neutrons qui, à leur tour, peuvent provoquer la fission d'autres noyaux d'uranium (réaction en chaîne).

Dans le cas de l'énergie nucléaire, la radioactivité est par conséquent un phénomène secondaire du processus de fission.

Pour toute information complémentaire, adressez-vous à l'ONDRAF, Service Communication, Evelyn Hooft - tél. 02/212.10.37, ou Valentine Vanhove - tél. 02/212.10.34, ou par fax au numéro 02/212.10.40.