

LES EFFETS DES RAYONNEMENTS ET LEURS APPLICATIONS

Afin d'adapter cette brochure numérique à tous les navigateurs, nous en avons figé les thèmes en sept rubriques : la matière (R-1), la radioactivité (R-2), la radioactivité dans la nature (R-3), les effets des rayonnements et leurs applications (R-4), l'énergie nucléaire et les réacteurs nucléaires (R-5), le cycle du combustible nucléaire (R-6), la radioactivité : une découverte française (R-7).

Radioactivité naturelle et artificielle : quelles doses ?

Les effets biologiques des rayonnements ionisants

Applications de la radioactivité

Applications des rayonnements ionisants

Applications médicales de la radioactivité

RADIOACTIVITÉ NATURELLE ET ARTIFICIELLE : QUELLES DOSES ?

Pour un individu, **les sources d'irradiation naturelle (R-3)** ont quatre origines : **tellurique** (provenant du sol), **cosmique** (provenant de l'espace), **radioactivité de l'air** (essentiellement **radon** et **humaine**). En France, la dose moyenne (**tellurique + cosmique**) reçue par un individu avoisine **1 mSv (R-2)**.

Elle est un peu plus faible au niveau de la mer car, en raison des rayons cosmiques, elle augmente avec l'altitude (elle atteint en moyenne 40 mSv/an à 12 000 mètres). Au cours d'une heure de vol long courrier, la dose moyenne reçue est de 5 µSv. C'est ainsi qu'un vol Paris-New-York correspond à la dose moyenne reçue en France suite à l'accident de Tchernobyl.

Il est possible de connaître le niveau de radioactivité de son département, grâce à une surveillance radiologique à l'aide de sondes, organisée par l'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire). Il suffit de se connecter sur son site internet (irsn.fr). Ce système d'information est sans équivalent à l'étranger.

La radioactivité d'origine artificielle, reçue par l'homme, est essentiellement due aux utilisations médicales, en particulier lors des radiodiagnosics. Elle atteint, en moyenne, **1 à 2 mSv par an** et par personne. On sait que l'homme utilise aussi les rayonnements à des fins thérapeutiques. Ainsi, en France, on guérit du cancer **30 000 personnes** par an grâce aux rayonnements (soit près de la moitié des cancers guéris)*.

En France, le débit de dose annuel dû aux activités industrielles de production électronucléaire (cycle complet : exploitation des 58 réacteurs nucléaires (R-5) à laquelle s'ajoutent les activités du cycle du combustible nucléaire (R-6)) vaut **0,02 mSv/an**.

**Source : Académie de Médecine.*

LES EFFETS BIOLOGIQUES DES RAYONNEMENTS IONISANTS

Un **rayonnement**, par définition, est un mode de propagation de l'énergie sous forme d'ondes ou de particules. Si l'énergie véhiculée est suffisante pour arracher un électron à un atome, ces **rayonnements** sont dit « **ionisants*** ».

Tous les rayonnements émis par des substances radioactives sont ionisants.

Une forte irradiation par de tels rayonnements provoque des **effets immédiats** (dits « **déterministes** ») sur des organismes vivants. La gravité dépend de la dose absorbée (**mesurée en gray : Gy**). Elle apparaît toujours au-delà d'un certain seuil. Ainsi :

- **entre 0 et 0,25 Gy** : aucun effet biologique ou médical immédiat ou à long terme n'a été observé chez l'enfant ou l'adulte. C'est le domaine des faibles doses.
- **entre 0,25 et 1 Gy** : quelques nausées peuvent apparaître et une légère diminution du nombre de globules blancs.
- **entre 1 et 2,5 Gy** : vomissements, modification de la formule sanguine mais évolution satisfaisante ou guérison complète assurée.
- **entre 2,5 et 5 Gy** : les conséquences pour la santé deviennent graves ; l'hospitalisation est obligatoire.
- **au delà de 5 Gy** : le décès est presque certain.

Ces données se réfèrent à des doses absorbées en une seule fois par irradiation homogène du corps entier.

Au delà des conséquences immédiates sur l'organisme, des **effets tardifs** (dits « **stochastiques** ») peuvent survenir sous la forme de cancers et de leucémies.

Ces effets se manifestent de façon aléatoire (le niveau de dose influant sur leur probabilité d'apparition et non leur gravité). Ils dépendent du type de rayonnement et de la sensibilité du milieu vivant irradié. La dose absorbée s'exprime alors **en sievert : Sv ou millisievert : mSv**. Dans l'exemple précédent (doses absorbées en une seule fois par irradiation homogène du corps entier) un gray = un sievert pour les rayons X, gamma et bêta ; un gray = 25 sieverts pour les rayons alpha.

Il faut noter qu'il a été impossible de mettre en évidence, chez l'homme, un excès de cancer pour des doses inférieures à 100 mSv (doses là aussi absorbées en une seule fois).

* Ce qui les distinguent des rayonnements dits « non ionisants » qu'émettent

- les champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences (appareils électriques d'équipement domestique, lignes à haute tension, ...)
- les champs de radiofréquences (radio FM, téléphone mobile, ...)

Parmi les rayonnements « optiques » (ultraviolet UV, visible, infrarouge IR), les rayons UV en particulier les UVA sont les plus énergétiques et se trouvent donc à la frontière du domaine des rayonnements ionisants. Ce sont les seuls pour lesquels on a constaté à ce jour un effet sur les organismes vivants.

APPLICATIONS DE LA RADIOACTIVITÉ

En dehors de l'utilisation de l'énergie nucléaire pour la fourniture d'électricité (en 2014 : 437 réacteurs en activité dans le monde, 72 en construction dont 30 en Chine), les applications de la radioactivité sont nombreuses dans de multiples domaines :

La médecine

Les sciences de la Terre

L'industrie

La préservation du patrimoine culturel

Les propriétés utilisées pour ces diverses applications vont être :

La décroissance dans le temps de la radioactivité

L'émission de rayonnements

La sensibilité de détection

L'identité chimique (traceurs)

Lorsque des radioéléments sont dispersés à l'intérieur d'une enceinte, ils sont choisis pour leurs durées de vie (périodes radioactives) les plus courtes possibles (inférieures à quelques jours).

Dans quelques cas d'irradiation (analyses par activation), on induit par des neutrons ou autres particules, l'activation d'un élément présent à l'état de traces dans une matrice. C'est-à-dire qu'on rend cet élément radioactif pour pouvoir le détecter. Ceci se réalise dans des laboratoires spécialisés. Là aussi, on choisit de créer des isotopes uniquement à courte durée de vie.

Dans tous les autres cas (les plus nombreux), l'utilisation des rayonnements n'induit pas dans le matériau irradié une nouvelle radioactivité qui s'ajouterait à sa radioactivité naturelle.

Les traceurs radioactifs

Tous les éléments de la classification périodique sans exception possèdent un (ou plusieurs) isotope(s) radioactif(s). **Cette propriété physique particulière a son origine dans le noyau de l'atome. Or, les propriétés chimiques de l'élément sont dues au cortège électronique de ses atomes.**

Autrement dit, un isotope radioactif a exactement le même comportement chimique que l'isotope (les isotopes) stable(s) mais possède une particularité que les « stables » n'ont pas : l'émission de rayonnement qui permet ainsi de le suivre « à la trace » et d'étudier ainsi son comportement, même à travers une enceinte fermée.

Voilà pourquoi on les appelle des « traceurs radioactifs »

APPLICATIONS DES RAYONNEMENTS IONISANTS

Applications industrielles : gammagraphie, peintures luminescentes, jauges de mesure (niveau, épaisseur, densité), recherches de fuites, mesure des usures, chimie sous rayonnement (greffage et réticulation), élaboration de composés bois-plastiques (industrie du bois), ...

Dans les sciences de la Terre : datation, prospection minière, hydrologie.

Applications en analyse : par activation ou par dilution isotopique.

Applications biologiques : traitements des eaux, assainissement des boues, conservation des denrées alimentaires.

Préservation du patrimoine culturel : destruction des parasites, consolidation des œuvres (bois, pierre, ...).

APPLICATIONS MÉDICALES DE LA RADIOACTIVITÉ

Les applications thérapeutiques concernent le traitement du cancer (c'est l'application des effets du rayonnement sur la matière : la radiothérapie) et la réhabilitation (greffages radiochimiques : prothèse de hanche, lentilles cornéennes, etc...).

Selon l'Académie de Médecine, on guérit, chaque année, en France, 30 000 personnes du cancer grâce aux rayonnements.

Les autres applications sont l'aide au diagnostic *in vivo* (c'est la médecine nucléaire) ou *in vitro* (dosages radio-immunologiques qui lient la très grande sensibilité de la détection de la radioactivité à l'extrême sensibilité du couple antigène-anticorps).

On peut y ajouter la radiostérilisation du matériel chirurgical.