



**IAEA**

Agence internationale de l'énergie atomique  
et Organisation mondiale de la santé

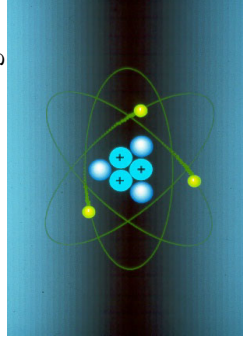


## NOTIONS DE BASE SUR LES RAYONNEMENTS ET LA RADIOPROTECTION

**L**es rayonnements font partie de notre quotidien : ils sont en permanence omniprésents et nous vivons dans un monde naturellement radioactif. Mais les médecins, les infirmiers et les techniciens appelés à intervenir en cas d'urgence radiologique savent-ils ce que sont les rayonnements, quels sont leurs effets et comment s'en protéger ? Le présent dépliant est destiné au personnel médical et présente les notions de base sur les rayonnements et la radioprotection.

### Atomes et éléments

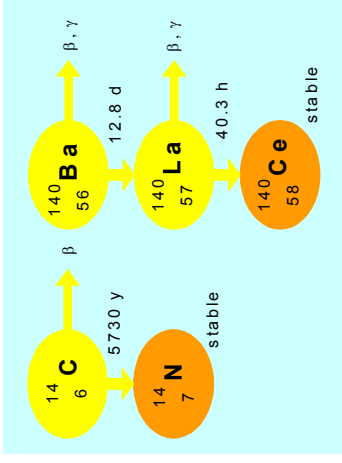
**A** toute matière est constituée d'atomes. Presque toute la masse de l'atome est concentrée dans le noyau, lequel est composé de protons de charge positive et de neutrons électriquement neutres. Des particules de charge négative appelées électrons gravitent autour du noyau. L'atome est constitué d'un nombre égal de protons et d'électrons et est électriquement neutre. Le nombre total de protons et de neutrons d'un atome est appelé nombre de masse. Étant donné que le nombre de protons est unique pour chaque élément, l'élément et son nombre de masse déterminent chaque nucléide. Les nucléides d'un élément – atomes ayant le même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents – forment ce qu'on appelle les



isotopes de cet élément. Un élément peut avoir plusieurs isotopes. L'hydrogène, par exemple, a trois isotopes : l'hydrogène 1 ou hydrogène ordinaire, l'hydrogène 2 ou deutérium et l'hydrogène 3 encore appelé tritium.

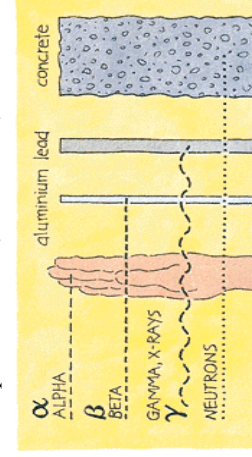
**R**adioactivité et rayonnements

De nombreux nucléides sont stables mais la plupart d'entre eux sont instables. La stabilité du nucléide est déterminée essentiellement par l'équilibre entre le nombre de neutrons et de protons du noyau. Un noyau instable contient trop d'énergie et se désintègre spontanément au hasard en émettant des rayonnements. Différents noyaux libèrent leur énergie de différentes manières sous forme d'ondes électromagnétiques – rayons gamma ou X – et/ou de flux de particules, par exemple des particules bêta ou alpha. Cette désintégration spontanée des noyaux est appelée radioactivité et l'excédent d'énergie émise est une forme de rayonnements ionisants. Le processus de désintégration est appelé décroissance radioactive et le nucléide instable qui se désintègre et émet des rayonnements est appelé radionucléide. Tous les radionucléides sont identifiés spécifiquement par le type de rayonnements qu'ils émettent, l'énergie de ces rayonnements et leur période. L'activité – utilisée comme mesure de la quantité d'un radionucléide – est exprimée dans une unité appelée le becquerel (Bq) : un becquerel correspond à une désintégration spontanée par seconde. La période est le temps nécessaire pour que l'activité d'un radionucléide diminue de moitié par décroissance. La période des radionucléides peut aller de quelques petites fractions de seconde à des millions d'années.



**T**ypes de rayonnements

Les rayons alpha sont des particules de charge positive constituées de deux protons et de deux neutrons, qui sont émises par les radio-nucléides d'éléments lourds tels que l'uranium, le radium, le radon et le plutonium.

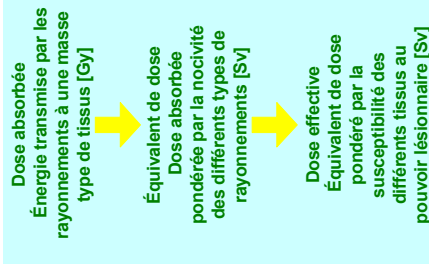


Les rayons alpha ne peuvent se déplacer que de quelques centimètres dans l'air et sont arrêtés par une feuille de papier. Ils ne peuvent traverser la peau. Une substance émettrice de rayons alpha introduite dans l'organisme libère toute son énergie dans les cellules voisines. Les émetteurs alpha peuvent être nocifs pour l'organisme si la matière est inhalée, avalée ou absorbée à travers des plaies ouvertes. Les rayons bêta sont des électrons, lesquels sont beaucoup plus petits que les particules alpha mais ont un pouvoir de pénétration plus élevé. Ils sont arrêtés par les feuilles de métal ou de verre et les vêtements ordinaires. Les rayons bêta peuvent traverser la peau humaine jusqu'à la 'couche génératrice' où sont produites les nouvelles cellules. Laissés longtemps en contact avec la peau, les émetteurs bêta peuvent provoquer des lésions cutanées. Les rayons gamma sont des radiations électromagnétiques. Ils se déplacent aisément dans l'air et ont un fort pouvoir de pénétration. Les matières denses comme le plomb et le béton sont de bonnes barrières de protection contre les rayons gamma. Les rayons X sont semblables aux rayons gamma mais sont habituellement produits artificiellement en bombardant un métal avec des électrons sous vide (dans un tube à rayons X). Les matières denses comme le plomb arrêtent les rayons X. Les rayonnements neutroniques sont constitués de neutrons mais ne sont pas en eux-mêmes des rayonnements ionisants. Toutefois, si un neutron heurte un noyau, il peut l'activer et provoquer l'émission d'un rayon gamma ou d'une particule chargée, et donner indirectement naissance à des rayonnements

ionisants. Les neutrons sont plus pénétrants que les rayons gamma et ne peuvent être arrêtés que par des barrières épaisses, par exemple, de béton, d'eau ou de paraffine.

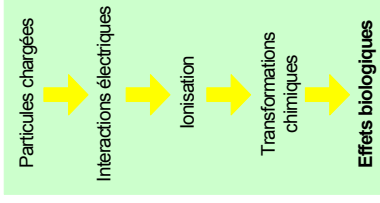
## Doses de rayonnements

Les lésions provoquées par les rayonnements dans les tissus dépendent de la dose absorbée, c'est-à-dire de la quantité d'énergie de ces rayonnements absorbée ou de la dose de rayonnements reçue par ces tissus. L'unité de mesure de la dose absorbée est le gray (Gy). Le pouvoir lésionnaire d'une dose absorbée donnée dépend du type de rayonnement. Ainsi, une dose absorbée de particules alpha est plus nocive que la même dose absorbée de rayons bêta. Pour permettre de comparer valablement le pouvoir lésionnaire des rayonnements ionisants, on a introduit une dose pondérée tenant compte du rayonnement et appelée équivalent de dose. L'unité d'équivalent de dose est le sievert (Sv). L'équivalent de dose est égal au produit de la dose absorbée par le facteur de pondération radiologique. Celui-ci est égal à 1 pour les rayons gamma, les rayons X et les particules bêta, et à 20 pour les particules alpha. Par ailleurs, les risques de lésion varient en fonction des tissus de l'organisme considérés. Par exemple, ils sont plus faibles pour les tissus de la surface des os que pour ceux du sein. On peut tenir compte de cet aspect en pondérant l'équivalent de dose pour chacun des principaux organes et tissus de l'organisme par un facteur lié au risque de lésion pour cet organe ou ce tissu, appelé facteur de pondération tissulaire. La somme des équivalents de doses pondérés est appelée dose effective. Celle-ci donne une idée générale de la nocivité du rayonnement.



## Rayonnements et tissus vivants

Lorsque les rayonnements traversent un corps, ils déposent une partie de leur énergie dans la matière absorbante par ionisation ou excitation de l'atome. C'est l'ionisation des atomes des tissus, accompagnée de transformations chimiques, qui entraîne les effets biologiques nocifs des rayonnements. Par exemple, lorsque les rayonnements ionisants traversent les tissus cellulaires, ils produisent des molécules d'eau chargées. Celles-ci se décomposent en radicaux libres, lesquels sont très réactifs chimiquement et peuvent altérer d'importantes molécules comme les molécules d'acide désoxyribonucléique (ADN) dans la cellule. Les rayonnements peuvent aussi ioniser directement les molécules d'ADN. L'ionisation peut avoir des effets biologiques, y compris la mort des cellules et l'apparition d'anomalies cellulaires.



## Radio-exposition et radioprotection

L'exposition aux rayonnements peut être externe ou interne et il existe diverses voies d'exposition. L'exposition externe peut être due à une irradiation directe à partir d'une source scellée ou à une contamination, lorsque les radionucléides sont transportés dans l'air ou déposés sur le sol, les vêtements ou la peau. L'exposition interne peut résulter de l'inhalation de matières radioactives présentes dans l'air, l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés, ou la contamination d'une plaie ouverte. Pour se protéger efficacement contre les expositions externes, il faut : 1) limiter le temps passé à proximité de la source de rayonnements ; 2) s'éloigner de celle-ci ; 3) s'en protéger, le résultat étant fonction du type de rayonnements et de la nature du matériel de protection utilisé. Dans les zones contaminées, des vêtements de protection aident à prévenir la contamination externe et une protection respiratoire appropriée aide à prévenir la contamination interne. On ne doit ni manger, ni boire, ni fumer dans les zones contaminées.

## Urgence radiologique

Tout médecin peut être appelé à s'occuper de victimes de radio-expositions. Un patient exposé à une source externe de rayonnements sans être contaminé ne présente aucun risque radiologique pour les autres et aucune précaution n'est nécessaire. En cas de contamination interne, il faut prendre des précautions en ce qui concerne ses excréments mais lui-même ne constitue pas une menace directe pour les autres à moins que l'ingestion soit très importante et mette en jeu des émetteurs gamma. En cas de contamination externe, des procédures appropriées (par exemple porter des gants et un masque en vinyle, couvrir le patient avec une couverture ou un drap, se laver les mains et éviter de les porter à la bouche) aident à prévenir la propagation de la contamination et à éviter que les médecins, les infirmiers, et d'autres ne se contaminent par inadvertance.

## Effets des rayonnements

Les effets sanitaires des rayonnements sont essentiellement de deux types. Les effets déterministes qui apparaissent lorsque la dose ou le débit de dose (c'est-à-dire la dose par unité de temps) dépasse un seuil donné. Ils surviennent rapidement et sont d'autant plus sérieux que les doses et les débits de doses sont plus élevés. Les brûlures de la peau et la stérilité constituent des exemples de syndrome aigu des effets déterministes. Si la dose est faible ou reçue sur une longue période, il y a plus de chances que les cellules endommagées se réparent d'elles-mêmes ; toutefois, il peut encore y avoir des effets néfastes. Appelés effets stochastiques, les effets de ce type peuvent ne pas apparaître, mais leur probabilité augmente aux doses plus élevées, et leur moment d'apparition et leur gravité ne dépendent pas de la dose. Les divers types de cancers sont des exemples d'effets stochastiques.