# *Fiche d’information sur le rayonnement*

# Rayonnement ionisant

Le rayonnement ionisant peut prendre la forme de photons à haute énergie ou de particules chargées. Lorsque le rayonnement ionisant traverse la matière, une partie de l’énergie est absorbée et des électrons sont éjectés des atomes. Ce phénomène crée une trace d’ions positifs.

|  |
| --- |
| ionizing radiation |
| L’aspect ionisant du spectre électromagnétique |

Dans les organismes vivants, cette énergie résiduelle peut endommager les tissus, les processus cellulaires ou l'ADN, surtout si l’on reçoit une grande quantité d’énergie sur une courte période. C’est le mécanisme par lequel le rayonnement ionisant peut provoquer des dommages immédiats ou une maladie qui se développera plus tard (p. ex., le cancer). Toutefois, compte tenu du niveau d’exposition lié aux sources naturelles et artificielles de rayonnement dans l’environnement qui nous entoure, notre corps est généralement en mesure d’absorber l’énergie déposée, tout comme il s’est adapté aux niveaux de toxines chimiques et biologiques présentes dans l’environnement.

Les rayons X et les rayons gamma contiennent de grandes quantités d’énergie et peuvent ioniser les atomes dans presque tous les types de matière. La plupart des rayons X et gamma émis par le Soleil sont bloqués par l’atmosphère terrestre, mais certains la traversent. En revanche, l’atmosphère est elle-même une source appréciable de rayonnement ionisant : lorsque les rayons cosmiques (principalement des protons) entrent en interaction avec la haute atmosphère, ils créent des rayons X secondaires et des particules subatomiques, comme les muons, qui contribuent à l’exposition au rayonnement naturel.

|  |
| --- |
|  |
| Les compteurs Geiger peuvent détecter le rayonnement ionisant |

Comme nous l’avons déjà mentionné, le rayonnement ionisant peut également exister sous forme de particules en mouvement. Quand les éléments et les radioisotopes se désintègrent, ils éjectent des particules, notamment des photons, des particules alpha, des particules bêta et des neutrinos. Nos sens ne nous permettent pas de détecter le rayonnement ionisant — nous ne pouvons pas le voir, ni le sentir, ni le goûter. Pour détecter le rayonnement ionisant, il faut utiliser des appareils spéciaux comme les compteurs Geiger-Müller (ou tout simplement « compteurs Geiger »), des dosimètres ou des chambres de brouillard.

# Rayonnement nucléaire

Si le rayonnement non ionisant et les rayons X sont produits par la transition d’électrons dans les atomes ou les molécules, on compte trois formes de rayonnement ionisant provenant de l’activité au sein du noyau d’un atome. Ces formes de rayonnement nucléaire sont les particules alpha (particules α), les particules bêta (les particules β−) et les rayons gamma (rayons γ).

Les particules alpha, qui possèdent une forte charge positive, se composent de deux protons et de deux neutrons. Il s’agit essentiellement d’un noyau d’hélium. Elles sont donc représentées dans une équation nucléaire par la lettre α ou le symbole n1.

Les particules bêta se présentent sous deux formes : β+ et β−. Les particules β− sont tout simplement des électrons qui ont été éjectés du noyau. C’est le résultat d’une réaction subnucléaire provoquant la conversion d’un neutron en un proton. L’électron est nécessaire pour conserver la charge et provient du noyau. Il ne s’agit**pas** d’un électron orbital. Les particules β+ sont des positrons éjectés du noyau au moment de la transformation d’un proton en neutron par un processus de désintégration. Un positron est une antiparticule qui, à presque tous les égards, est semblable à un électron, mais dont la charge est positive.

Les rayons gamma sont des photons de rayonnement électromagnétique de haute énergie (lumière). Les rayons gamma ont généralement les fréquences les plus élevées et les longueurs d’onde les plus courtes de tout le spectre électromagnétique. Il existe un chevauchement entre les fréquences des rayons gamma et celles des rayons X. Toutefois, les rayons X sont issus de transitions d’électrons tandis que les rayons gamma sont issus de transitions nucléaires.

# Rayons gamma

La troisième lettre de l’alphabet grec est gamma (γ). Le rayon gamma a été découvert en 1896 par Henri Becquerel. Il s’agit d’un rayonnement électromagnétique ionisant très pénétrant, composé de photons (lumière). Les rayons gamma ont généralement la fréquence la plus élevée et les longueurs d’onde les plus courtes du spectre électromagnétique.

|  |
| --- |
|  |
| Rayonnement gamma |

La plupart des rayonnements électromagnétiques (des ondes radio aux rayons X en passant par la lumière visible) sont émis lorsqu’un électron passe à un niveau d’énergie inférieur, comme l’illustre le diagramme. Selon le principe de conservation de l’énergie, l’énergie du photon relâché est égale à celle que l’électron a perdue.

De même, des rayons gamma sont produits lorsque le noyau d’un atome est dans un état excité (aussi appelé « état métastable » ou « isomérique ») et qu’il libère de l’énergie en se stabilisant. On peut exprimer cette réaction au moyen de l’équation suivante : A\* → A + γ, où A\* représente l’état excité du noyau. Le noyau de filiation *A* possède le même numéro atomique que le noyau parent, mais une masse légèrement plus petite en raison de la libération d’énergie.

Les noyaux atteignent souvent l’état excité après une autre forme de désintégration radioactive. Par exemple, en subissant une désintégration bêta, le 60Co se transforme en un 60Ni\* à l’état excité. Celui‑ci émet ensuite successivement deux rayons gamma au cours de sa désintégration pour en arriver à un noyau énergétiquement plus stable. Les équations ci-après décrivent cette série de réactions :

60Co → 60Ni\* + e− + + 0,31 MeV (désintégrationβ−)

60Ni\* → 60Ni\* + γ + 1,17 MeV

60Ni\* → 60Ni + γ + 1,33 MeV

Dans la première équation, l’énergie est celle de l’électron; dans la deuxième et la troisième, c’est celle des rayons gamma.

Les rayons gamma peuvent aussi se former lors de l’intégration de particules subatomiques, par exemple, une annihilation électron-positron. Lorsqu’il y a collision entre la matière et l’antimatière, celles-ci s’annulent réciproquement et libèrent de l’énergie. En pareil cas, cette énergie est émise sous la forme de deux rayons gamma portant une énergie équivalente à celle de l’électron et du positron.

|  |
| --- |
|  |
| Photographie aux rayons gamma d’un camion de transport révélant deux passagers clandestins. |

Les rayons gamma sont plus pénétrants que tous les autres rayonnements. Ils peuvent être absorbés par les matières denses (voir les zones foncées dans la photo ci-dessus), mais ils traversent les matières moins denses. Ces rayons peuvent interagir avec les cellules ou l’ADN et causer des lésions cellulaires. Nous recevons tous régulièrement des doses de rayonnement gamma d’origine naturelle (p. ex., la désintégration radioactive), mais il faut limiter l’exposition à ces rayons.

# Rayons X

|  |
| --- |
| Roentgen-x-ray-von-kolliker |
| Radiographie d’une main de la femme de Wilhelm Röntgen. |

Les rayons X sont une forme de rayonnement électromagnétique. Leur longueur d’onde est plus courte que celle de la lumière visible ou de l’ultraviolet et les photons ont une plus grande charge énergétique. Les scientifiques étudient ces rayons depuis la fin des années 1880, mais c’est le physicien allemand Wilhelm Conrad Röntgen qui leur a donné le nom de « rayons X » en 1895. Les rayons X sont en fait des particules de lumière qui se déplacent sur une très courte longueur d’onde et à très haute fréquence. Pour cette raison, les rayons X peuvent transférer une grande quantité d’énergie et traverser directement certaines matières.

Après avoir vu les radiographies de Röntgen, des médecins du monde entier ont rapidement entrevu les possibilités médicales de cette nouvelle technologie et commencé à construire leurs propres appareils à rayon X. Au Canada, la première radiographie médicale a été prise à Montréal le 7 février 1896 par le professeur John Cox pour détecter une balle dans la jambe d’un homme.

Comme on le constate dans la radiographie ci-contre, les rayons X ont suffisamment d’énergie pour traverser les tissus mous du corps, mais non les os ni le métal. Si on vous a déjà fait une radiographie médicale ou dentaire, vous avez été exposés à un niveau de rayonnement ionisant jugé sûr par rapport aux bienfaits qui en découlent sur le plan de la santé.

On utilise maintenant les rayons X dans toute une gamme d’applications, p. ex., en astronomie, et pour l’essai des matériaux, l’inspection des bagages dans les aéroports et l’examen d’objets microscopiques.