

# Catégories et sources de rayonnement

## Types de rayonnement

Il existe 2 types de rayonnement :

- Ionisant
- Non ionisant

## Rayonnements ionisants

Il existe des rayonnements ionisants corpusculaires et des rayonnements ionisant non-corpusculaires (onde électromagnétique). Le déplacement et l'absorption des rayonnements électromagnétiques diffèrent des rayonnements corpusculaires.

## Corpusculaires

- Particules qui se déplacent à grande vitesse.
- Peuvent être chargées ou non.
- Alpha, bêta, neutrons

## Particule alpha

- Grande taille.
- Forte charge positive.
- Constituée de 2 protons et 2 neutrons.
- Se produit majoritairement dans les noyaux des éléments les plus lourds (numéro atomique élevé).
- Se déplace lentement en abandonnant son énergie sur une courte trajectoire.
- Très peu pénétrante: arrêtée par une feuille de papier (ne peut donc pas traverser la peau).

## Particule bêta:

- Particule négative.
- Plus pénétrante que la particule alpha.


- Se produit lorsqu'un neutron se transforme en proton au sein d'un noyau instable, ce qui est accompagné par l'émission d'une particule de charge négative: un électron.
- Parcoure plusieurs mètres dans l'air et 1 à 2 cm dans les tissus vivants.

### Neutron

« Se produit lorsque des neutrons sont éjectés du noyau par fission nucléaire et par d'autres processus ». (CCSN)

Exemple: réaction nucléaire.

### Non-corporelles ou électromagnétiques

- Sans masse ni charge.
- Voyagent à la vitesse de la lumière
- Sous forme d'onde 
- Gamma, rayons X

### Rayonnement gamma:

- Rayonnement électromagnétique.
- Sans masse ni charge.
- Généralement émis immédiatement après l'éjection d'une particule alpha ou bêta
- Grande capacité à traverser la matière.
  - Traverse le corps humain, mais est absorbé par des matériaux denses (béton, plomb).

### Rayons X (se comparent aux rayons gamma):

- Rayonnement électromagnétique.
- Sans masse ni charge.
- **Surtout produits artificiellement:** freinage d'un électron se déplaçant rapidement.
- Grande capacité à traverser la matière
- Traverse le corps humain, mais est absorbé par des matériaux denses (béton, plomb).

## Catégories et sources de rayonnement - Commission canadienne de sûreté nucléaire

(extrait du site web de la Commission canadienne de sûreté nucléaire  
<https://nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/types-and-sources-of-radiation.cfm> 3/7)

Le **rayonnement** résulte de l'émission d'**énergie** par une source, et il se déplace ensuite à travers un support, comme l'air, jusqu'à ce qu'il soit absorbé par la matière. Il existe deux grands types de rayonnement : le rayonnement non ionisant et le rayonnement ionisant.

### Rayonnement non ionisant

Chaque jour, les êtres humains utilisent des sources de rayonnement non ionisant ou y sont exposés. Cette forme de rayonnement ne dégage pas suffisamment d'énergie pour ioniser les atomes ou les molécules.

Les fours à micro-ondes, les systèmes de positionnement global (GPS), les téléphones cellulaires, les stations de télédiffusion, la radio FM et AM, les interphones pour bébés, les téléphones sans fil, les ouvreportes de garage et les radioamateurs utilisent tous un rayonnement non ionisant. Parmi les autres formes de rayonnement non ionisant figurent le champ magnétique terrestre, ainsi que le champ magnétique à proximité des lignes de transmission, des câbles et des appareils électroménagers. Il s'agit d'ondes mégamétriques, appelées aussi fréquences extrêmement basses.



### Rayonnement ionisant

Certains types de rayonnement possèdent suffisamment d'énergie pour arracher les **électrons** de leur orbite autour des **atomes** et perturber l'équilibre entre électrons et **protons**, ce qui a pour effet de charger positivement l'atome. Les **molécules** et les atomes chargés électriquement portent le nom d'**ions**. Tout rayonnement qui peut produire des ions est un rayonnement ionisant.

Il existe plusieurs types de rayonnement ionisant. Les principaux sont les suivants :

#### Rayonnement alpha :

Le rayonnement alpha se compose de deux protons et de deux neutrons; et puisqu'elles n'ont pas d'électrons, elles portent une charge positive. Du fait de leur

taille et de leur charge, les particules alpha peuvent à peine pénétrer dans la peau et sont complètement arrêtées par une feuille de papier.

### Rayonnement bêta :

Le rayonnement bêta se compose d'électrons de grande énergie éjectés du noyau d'un atome. Leur charge est négative et leur taille correspond environ à 1/7 000e de la taille d'une particule alpha, si bien qu'elles sont plus pénétrantes. Il est néanmoins possible de les arrêter avec une protection minimale, comme une feuille de plastique.

### Rayonnement gamma :

Le rayonnement gamma est un type de rayonnement très pénétrant. Il est généralement émis immédiatement après l'éjection d'une particule alpha ou bêta du noyau d'un atome. Puisqu'il n'a ni masse ni charge, il peut pénétrer dans le corps humain, mais sera absorbé par des matériaux plus denses, comme le béton ou le plomb.

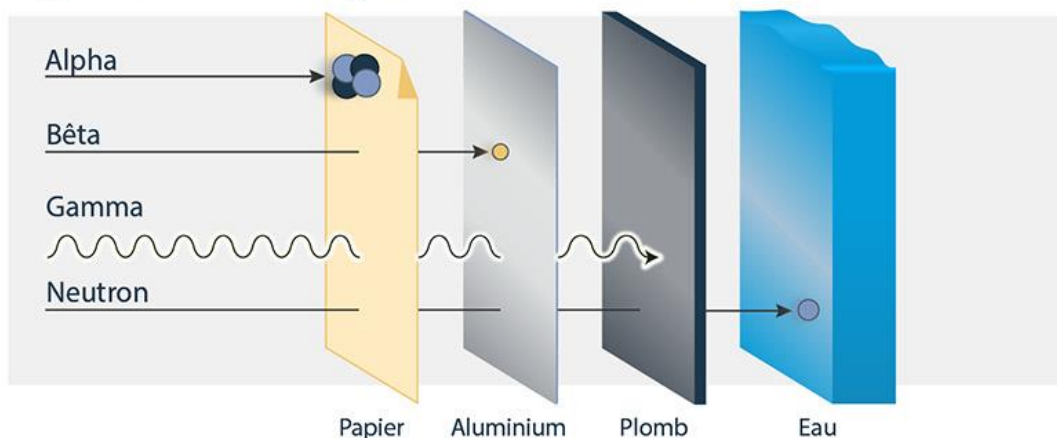
### Rayons X :

Les rayons X se comparent aux rayons gamma et sont essentiellement produits par des moyens artificiels plutôt que par des substances radioactives.

Rayonnement neutronique :

Le rayonnement neutronique se produit lorsque des neutrons sont éjectés du noyau par **fission nucléaire** et par d'autres processus. La réaction nucléaire en chaîne est un exemple de fission nucléaire, où un neutron éjecté d'un atome en fission provoque la fission d'un autre atome, qui éjecte encore plus de neutrons. Contrairement aux autres rayonnements, le rayonnement neutronique est absorbé par des matériaux qui comportent beaucoup d'atomes d'hydrogène, comme la paraffine et les plastiques.

## Types de désintégration radioactive



## Sources de rayonnement ionisant

Les êtres humains sont constamment exposés à de petites quantités de **rayonnement ionisant** dans leur environnement naturel lors de l'exécution de leurs activités quotidiennes normales; ce rayonnement porte le nom de rayonnement de

fond. Cette exposition peut aussi être associée à des traitements médicaux et à des activités impliquant des matières radioactives.

## Rayonnement naturel de fond

Le rayonnement a toujours été présent et fait partie de notre environnement. Toute la vie s'est développée dans un bain de rayonnement ionisant. Notre organisme y est adapté.

La section suivante donne un aperçu des sources de rayonnement de fond. Pour en savoir plus sur leurs niveaux de dose, visitez la page Web sur les **dosés de rayonnement**, et consultez la **fiche d'information sur le rayonnement naturel de fond**.



Le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR) énonce quatre sources importantes d'exposition du public au rayonnement naturel :

- Rayonnement cosmique
- Rayonnement terrestre
- Inhalation
- Ingestion

## Exposition au rayonnement cosmique

L'atmosphère extérieure de la terre est constamment bombardée de rayonnement cosmique. Le rayonnement cosmique se compose habituellement de particules en provenance de l'espace qui se déplacent à grande vitesse. Ce rayonnement a des origines diverses, dont le soleil et d'autres phénomènes célestes dans l'univers. Les rayons cosmiques sont essentiellement composés de protons, mais ils peuvent aussi

être formés d'autres particules ou de l'énergie des vagues. Une partie du rayonnement ionisant pénètre dans l'atmosphère terrestre et est absorbée par les êtres humains, d'où l'exposition au rayonnement naturel.

Les doses attribuables aux sources de rayonnement naturelles varient selon l'emplacement géographique et les habitudes de vie. Les régions de haute altitude reçoivent plus de **rayonnement cosmique**. (...)

### **Exposition au rayonnement terrestre**

La composition de la croûte terrestre est une importante source de rayonnement. Les principaux facteurs qui y contribuent sont les dépôts naturels d'uranium, de potassium et de thorium qui, lors de la désintégration naturelle, émettent de petites quantités de rayonnement ionisant. L'uranium et le thorium sont omniprésents, c'est-à-dire qu'on les trouve partout. On trouve aussi des traces de ces minéraux dans les matériaux de construction. L'exposition au rayonnement peut donc se produire aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur.

### **Exposition par inhalation**

La plus grande partie de la variation de l'exposition au rayonnement naturel résulte de l'inhalation de gaz radioactifs produits par des minéraux présents dans le sol et le substrat rocheux. Le radon est un gaz radioactif incolore et inodore qui provient de la désintégration de l'uranium 238. Il s'agit d'un gaz inerte, c'est-à-dire un gaz qui ne réagit pas avec la matière environnante. Étant donné que le radon ne réagit pas, il circule librement du sol vers l'atmosphère qui nous entoure. Le thoron est un gaz radioactif produit par le thorium. Les taux de radon et de thoron varient considérablement selon l'emplacement géographique et la composition du sol et du substrat rocheux. Une fois dans l'air, ces gaz se décomposent habituellement dans l'atmosphère en fragments inoffensifs. Ils peuvent cependant rester prisonniers et s'accumuler à l'intérieur des édifices, en quel cas ils sont inhalés par les occupants. Le radon pose un risque pour la santé non seulement pour les mineurs d'uranium, mais aussi pour les propriétaires de maisons s'il s'accumule à l'intérieur. En moyenne, il est la plus grande source d'exposition au rayonnement naturel. Vous trouverez plus d'information sur le radon et les moyens de le contrôler sur le [site Web de Santé Canada](#).

### **Exposition par ingestion**

Des quantités négligeables de minéraux radioactifs se trouvent naturellement dans les aliments et l'eau potable. Les légumes, par exemple, sont habituellement cultivés dans le sol et les eaux souterraines qui contiennent des minéraux radioactifs. Une fois ingérés, ces minéraux donnent lieu à une exposition interne au rayonnement naturel.

Les isotopes radioactifs naturels, comme le potassium 40 et le carbone 14, ont les mêmes propriétés chimiques et biologiques que leurs isotopes non radioactifs. Ces éléments radioactifs et non radioactifs interviennent dans la constitution et le fonctionnement de notre organisme. La présence de radio-isotopes naturels nous expose en permanence au rayonnement.

Le tableau ci-dessous indique la quantité de rayonnement produite par le potassium 40 contenu dans environ 500 grammes de différents produits alimentaires. Le

becquerel (Bq) est une unité de radioactivité qui correspond à une transformation (désintégration) par seconde.

**Tableau 1 : Teneur en potassium 40 de quelques aliments**

Aliment	Radioactivité par 500 grammes, en Bq
Viande rouge	56
Carottes	63
Pommes de terre blanches	63
Bananes	65
Haricots de Lima	86
Noix du Brésil	103

Source : A. Brodsky, *Handbook of Radiation Measurement and Protection*, Boca Raton, CRC Press, 1978



**Les noix du Brésil contiennent aussi naturellement du radium 226 (de 19 à 130 Bq par 500 grammes.)**

Le corps humain contient aussi plusieurs isotopes radioactifs. Le tableau ci-dessous donne la liste de quelques isotopes qui se trouvent naturellement dans notre organisme.

**Tableau 2 : Isotopes radioactifs du corps humain (adulte de 70 kg)**

Isotopes	Radioactivité, en Bq
Uranium	2,3 <sup>1 2 3</sup>
Thorium	0,21 <sup>2</sup>
Potassium 40	4 000 <sup>2</sup>
Radium 266	1,1 <sup>2</sup>
Carbone 14	3 700 <sup>2</sup>
Tritium	23 <sup>4</sup>
Polonium 210	40 <sup>2 3</sup>

---

<sup>1</sup> ICRP-23 (1975)

<sup>2</sup> *Environmental Radioactivity from Natural, Industrial and Military Sources*, Eisenbud M. et T. Gesell, Academic Press, 1997

<sup>3</sup> ICRP-30 (1980)

<sup>4</sup> Rapport UNSCEAR 2000

## Sources artificielles de rayonnement

### Essais nucléaires atmosphériques

Les essais atomiques réalisés dans l'atmosphère entre la fin de la Deuxième Guerre mondiale 1980 ont eu pour effet de rejeter des éléments radioactifs, ou retombées, dans l'atmosphère. Ces retombées radioactives se sont désintégrées dans l'environnement. La plupart des retombées possédaient une période radioactive courte et ont disparu depuis, mais certaines n'ont pas encore achevé leur désintégration. Les doses de radioactivité dues à ces retombées que reçoivent les êtres humains et l'environnement sont chaque année de plus en plus faibles.

### Sources médicales

Le rayonnement a de nombreuses applications en médecine. La plus connue est sans doute la radiographie par rayons X, dont les appareils permettent de détecter des fractures osseuses et de diagnostiquer certaines maladies. Les appareils à rayons X sont réglementés par Santé Canada et les autorités provinciales. La médecine nucléaire fait pour sa part appel à des isotopes radioactifs pour diagnostiquer et traiter des maladies comme le cancer. Les applications de la médecine nucléaire ainsi que l'équipement apparenté sont réglementés par la CCSN. La CCSN délivre également des permis aux exploitants de réacteurs et d'accélérateurs de particules qui produisent des isotopes à usage médical et industriel.



**Cette image montre des exemples de sources médicales de rayonnement, y compris une radiographie, un tomodensitogramme, la médecine nucléaire et un accélérateur de particules qui produit des isotopes.**

### Sources industrielles

Le rayonnement a plusieurs applications industrielles, allant des jauges nucléaires utilisées pour la construction des routes jusqu'aux jauges de densité qui mesurent le débit dans les conduites d'usine. Les détecteurs de fumée, certains panneaux fluorescents et les dispositifs permettant d'évaluer les réserves des champs de pétrole utilisent aussi le rayonnement. Le rayonnement est également employé pour la stérilisation au moyen de gros irradiateurs lourdement blindés. Tous ces usages sont réglementés par la CCSN.



**Cette image montre des exemples de sources industrielles de rayonnement, y compris des jauges nucléaires, un détecteur de fumée et un panneau de sortie phosphorescent.**



## Cycle du combustible nucléaire

Les centrales nucléaires utilisent de l'uranium pour déclencher la réaction en chaîne qui produira la vapeur nécessaire afin d'actionner les turbines pour la production d'électricité. Dans le cadre de leur activité normale, les centrales nucléaires rejettent des substances radioactives dont les niveaux sont réglementés, mais qui peuvent exposer les personnes vivant à proximité à de faibles doses de rayonnement. Les mines d'uranium, les usines de fabrication de combustible et les installations de gestion des déchets radioactifs rejettent également une certaine quantité de radioactivité qui contribue à la dose à laquelle le public est exposé.



**Cette image montre des exemples du cycle du combustible nucléaire, y compris l'extraction de l'uranium, le « yellowcake », les barres de combustible et une centrale nucléaire.**

## Trouver un équilibre

Normalement, il y a très peu de choses que nous puissions faire pour changer ou réduire le rayonnement ionisant de sources naturelles, comme le soleil, les sols ou les roches. Ce type d'exposition, bien qu'elle ne soit pas complètement dénuée de risque, est généralement assez faible. Dans certains cas, toutefois, les sources naturelles de radioactivité peuvent atteindre un niveau inacceptable et doivent être réduites. C'est notamment le cas du **radon** présent dans les maisons.

Le rayonnement ionisant provenant de sources et d'activités artificielles est plus étroitement contrôlé. Dans ces cas précis, il importe de trouver un équilibre entre les avantages que procure le rayonnement à la société et les risques qu'il fait peser sur la santé de la population et sur l'environnement. Des limites de dose sont donc fixées pour restreindre l'exposition des travailleurs et des membres du public au rayonnement. Par ailleurs, les titulaires de permis doivent respecter le principe **ALARA** et faire en sorte que les doses de rayonnement soient maintenues aussi basses que raisonnablement possible, en tenant compte des facteurs économiques et sociaux. Il importe aussi que le recours au rayonnement procure un bénéfice net. Par exemple, les détecteurs de fumée peuvent utiliser des isotopes radioactifs, car ce type de dispositif peut sauver des vies.

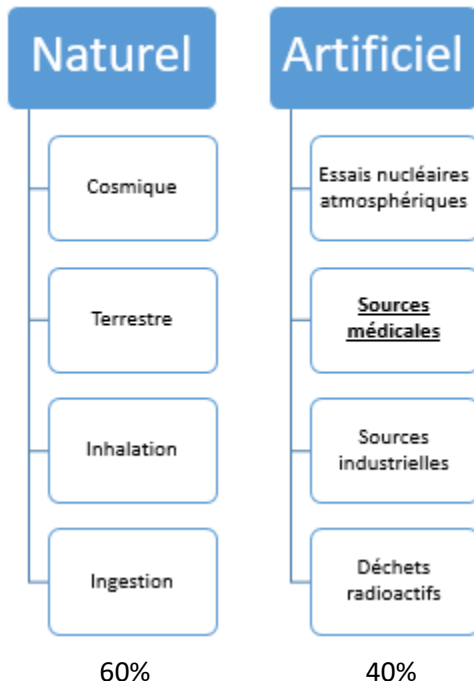
Source : Catégories et sources de rayonnement - Commission canadienne de sûreté nucléaire <https://nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/types-and-sources-of-radiation.cfm> 3/7, consultée le 17 janvier 2022.

## Radioactivité

Propriété des nucléides instables de perdre spontanément de leur masse en émettant des particules ou des rayonnements électromagnétiques.<sup>1</sup>

- 3 types de rayonnements émis :
  - Rayonnements alpha ( $\alpha$ )
  - Rayonnements bêta ( $\beta$ )
  - Rayonnement gamma ( $\gamma$ )
- Chaque atome radioactif est caractérisé par sa **demi-vie** : temps requis pour que son activité diminue par un facteur de deux.

## Sources de rayonnement ionisant

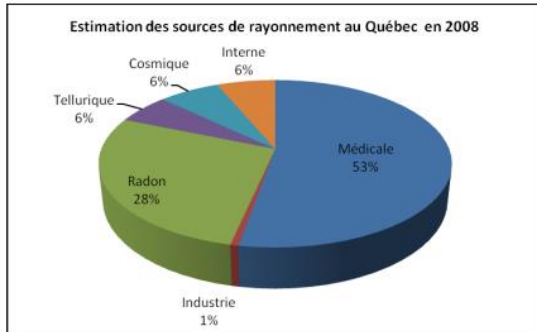


Parmi les sources de radiation artificielles, la source médicale est la plus importante :

- Appareils à rayons X (radiographie, tomodensitométrie, ...).
- Médecine nucléaire: isotopes radioactifs.
- Sert au diagnostic et au traitement des maladies.

---

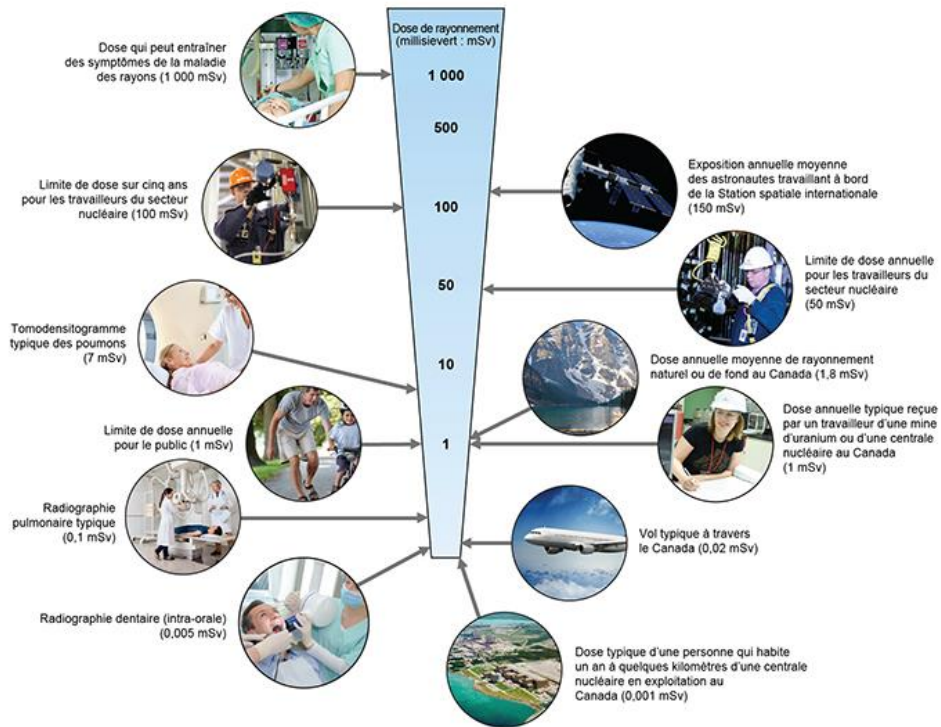
<sup>1</sup> Larousse.fr



Sources : UNSCEAR, 2000 ; Grasty et LaMarre, 2004 ; Dessau et autres, 2005 ; données de la présente étude.

Source: APIBQ, *Étude de dose en tomodynamométrie*, Québec, 2008.

## Exemples de doses de rayonnement



Source: <https://nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/radiation-doses.cfm#5>

## Références

COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE, *Doses de rayonnement*, (page consultée le 14 mai 2021), [En ligne], adresse URL :

<https://nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/radiation-doses.cfm#5>

COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE, *Catégories et sources de rayonnement*, (page consultée le 17 janvier 2022), [En ligne], adresse URL :

<https://nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/types-and-sources-of-radiation.cfm>

APIBQ, *Étude de dose en tomographie assistée par ordinateur*, Québec, 2008.