

Radioactivité (rayonnements ionisants) et cancer

Messages clés

- Les rayonnements ionisants (ou radiations ionisantes) sont classés **cancérogènes avérés** pour l'homme (groupe 1 du [CIRC](#)).
- Ils peuvent avoir **deux types d'effets** : des effets à court terme et systématiques à partir d'une certaine dose, qui résultent toujours d'un accident (on parle d'**effets déterministes**), ou des effets à plus long terme et non systématiques, comme le risque de cancer (on parle alors d'**effets aléatoires**).
- **Les personnes exposées à la radioactivité ne développent pas toutes un cancer.** La fréquence dépend en partie de la dose reçue : plus la dose est élevée, plus le risque de développer un cancer est fort.
- La **source principale d'exposition** aux rayonnements ionisants est liée aux traitements des cancers par radiothérapie et aux examens d'imagerie médicale. La seconde source est la radioactivité naturelle (radon, rayonnement cosmique, tellurique).

- [Qu'est-ce que la radioactivité?](#)
- [Les effets de la radioactivité sur la santé](#)
- [Comment est-on exposé à la radioactivité?](#)
- [Exposition professionnelle et radioactivité](#)
- [Les unités de mesure de la radioactivité](#)
- [Evolutions récentes](#)

Qu'est-ce que la radioactivité ?

La matière est faite d'atomes. Au cœur de ces atomes, se trouve un noyau, 10 000 à 100 000 fois plus petit. La radioactivité est un phénomène naturel qui se produit dans ce noyau.

Certains noyaux atomiques sont instables : ils se transforment alors spontanément pour se stabiliser. Pour cela, ils dégagent de l'énergie sous forme de rayonnements, dits ionisants. Il existe trois types de rayonnements, désignés alpha (α), bêta (β) et gamma (γ). Ces rayonnements, dits ionisants, sont des particules émises par des noyaux avec une grande énergie : c'est la radioactivité.

Les effets de la radioactivité sur la santé

La radioactivité, naturelle ou artificielle, n'est dangereuse pour les organismes vivants que si la quantité d'énergie transmise est trop élevée.

Les effets induits par les rayonnements ionisants dépendent de la source d'irradiation (nature, énergie, etc), du mode d'exposition (temps, débit, distance), et de la cible (tissus ou organes touchés). Ces effets peuvent être :

- Déterministes : ils apparaissent systématiquement à partir d'une certaine dose, variable selon l'organe ou le tissu touché ; ils sont d'autant plus sévères que la dose est élevée. Ce type d'effet s'observe lors des accidents nucléaires, comme par exemple aux abords de la centrale de Tchernobyl. Le délai d'apparition de ces effets après l'exposition varie de quelques heures à quelques mois.
- Aléatoires (ou stochastiques) : ils sont plutôt liés à la transformation des cellules, et c'est dans ce cas la probabilité d'apparition de l'effet qui augmente avec la dose reçue. Le délai d'apparition de ces effets, lorsqu'ils existent, est de plusieurs années après l'exposition.

Le syndrome d'irradiation aiguë

Il est exceptionnel et toujours accidentel. Il concerne les personnes situées au voisinage immédiat de la source. Il correspond à un effet déterministe résultant d'une exposition à une forte dose de rayonnements due à un accident. Il peut s'agir soit d'un accident nucléaire (comme celui de Tchernobyl par exemple), soit d'un accident radiologique (irradiations industrielles, médicales, de recherche).

Les symptômes initiaux de l'irradiation aiguë de l'ensemble du corps sont : nausée, vomissement, diarrhée, fièvre, céphalée, érythème. Le premier indicateur de sévérité du syndrome est un faible délai d'apparition, l'intensité et la durée de ces symptômes.

Ce syndrome est observé à partir de doses supérieures à 1 Gray (Gy), soit approximativement 1000 *mSV*. Ces doses entraînent, dans les semaines qui suivent, une destruction plus ou moins importante des cellules de la moelle osseuse (aplasie médullaire). Celle-ci est à l'origine d'une diminution du nombre de globules sanguins et de troubles de la coagulation. Ce syndrome d'atteinte de la moelle osseuse exige des soins adaptés : transfusion, facteur de croissance, greffe.

A partir de 4 Gy, on sait que 50% des personnes irradiées vont mourir (c'est la *DL50*). Au-delà de 10 à 12 Gy, toute thérapeutique est vaine, car il apparaît alors d'autres syndromes, tels que l'atteinte irréversible du système digestif ou du système nerveux central (*IRSN*).

Le risque de cancer - Effets à long terme (aléatoires)

Sur le long terme, du fait d'altérations subies au niveau de la cellule, l'exposition à des rayonnements ionisants peut conduire à l'apparition de cancers secondaires chez les personnes irradiées. C'est pourquoi certaines populations comme les survivants d'Hiroshima et de Nagasaki, ou les personnes qui travaillent avec des matériaux radioactifs comme les travailleurs des mines d'uranium ont développé plus de cancers que les personnes qui n'ont pas subi d'irradiation.

Ces effets, peuvent se révéler plusieurs années, voire plusieurs dizaines d'années après l'irradiation. Cependant toutes les personnes touchées ne développent pas de cancer : cela n'est qu'un risque. La fréquence dépend en partie de la dose reçue (plus la dose est importante, plus le risque de développer un cancer est fort).

Actuellement, on ne sait pas distinguer un cancer provoqué par des rayonnements ionisants d'un cancer qui a une autre origine. En outre, on a remarqué que la gravité d'un cancer n'est pas liée à la dose reçue ; il n'y a pas de dose minimale connue correspondant à l'apparition d'un cancer.

En juin 2009, le *CIRC* a réuni un groupe de travail afin d'estimer la cancérogénicité de différents types de rayonnements et pour identifier les localisations cancéreuses correspondantes. Les rayonnements suivants ont été classés dans le Groupe 1 par le CIRC :

- Rayonnements ionisants :
 - Emetteurs de particules alpha
 - Emetteurs de particules bêta
 - Rayons X et rayons gamma
 - Rayonnement neutronique

- Rayonnement solaire
 - Rayonnement ultra-violet (100-400 *nm* de longueur d'onde, comprenant UVA, UVB et UVC)
- Pour consulter le détail des résultats, voir la fiche [Revue des cancérogènes pour l'homme, Partie D : les rayonnements](#).

Comment est-on exposé à la radioactivité ?

Deux modes d'irradiation sont possibles :

- l'exposition externe : la source de rayonnements est située à l'extérieur du corps ou au contact direct de la peau et les rayonnements irradient une partie du corps ou son ensemble.
- l'exposition interne, ou contamination : la substance radioactive a été respirée, ingérée, ou a pénétré dans l'organisme par une plaie ou par la peau.

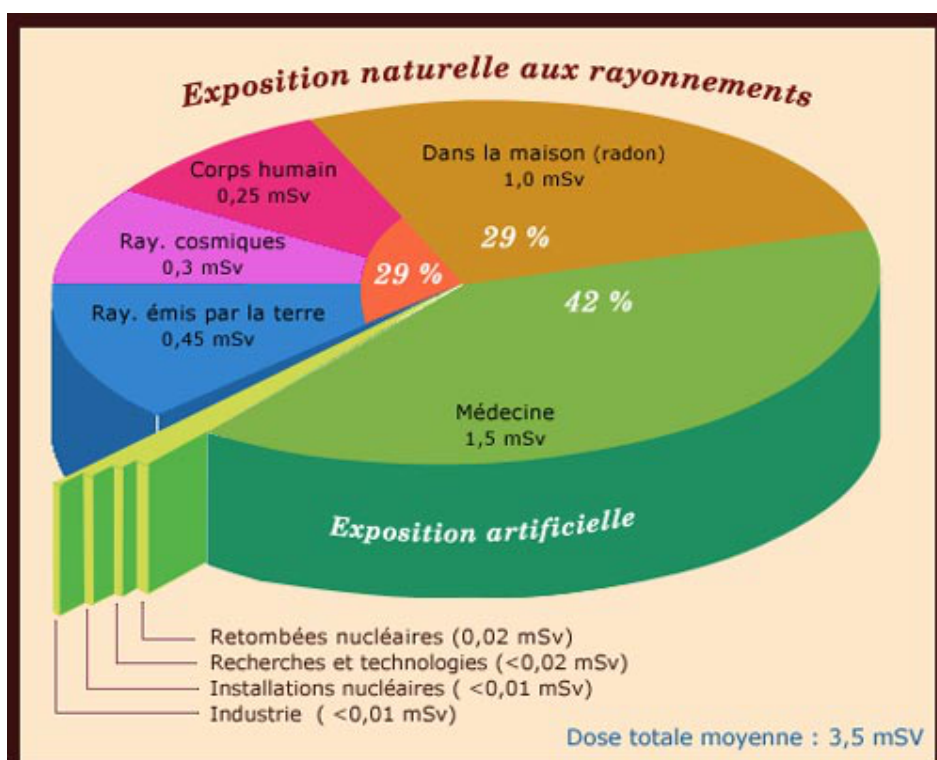
Il existe trois principales sources d'exposition :

- l'exposition médicale, la plus importante
- l'exposition naturelle
- l'exposition industrielle, accidentelle

En dehors des cas accidentels nucléaires (Tchernobyl, par exemple) qui correspondent à des expositions aiguës à forte dose aux abords du site, la principale source d'exposition humaine aux rayonnements ionisants est liée aux traitements des cancers par radiothérapie (fortes doses sur des surfaces ciblées), et aux examens d'imagerie médicale (radiographie, scanner, scintigraphie). Vient ensuite l'exposition naturelle, dont on distingue plusieurs sources d'exposition aux rayonnements (voir figure ci-dessous) :

- le **radon**, principale source d'exposition naturelle, est un gaz naturel qui s'échappe de la croûte terrestre
- le rayonnement cosmique, qui provient de l'espace et augmente avec l'altitude,
- le rayonnement tellurique : uranium, thorium, potassium contenus dans les sols, principalement dans les régions granitiques,
- les eaux minérales et les aliments, qui collectent naturellement des éléments du sol.

Sources d'exposition naturelle aux rayonnements ionisants



Source : www.laradioactivite.com

Exposition professionnelle et radioactivité

Certains professionnels sont exposés aux rayonnements ionisants.

- Les salariés de l'ensemble du cycle de la production d'électricité nucléaire (usines de concentration et d'enrichissement de l'uranium, centrales nucléaires, retraitement, démantèlement, déchets) ;
- Les salariés concernés par l'usage des rayonnements ionisants : applications médicales et vétérinaires, recherche, activités industrielles diverses, militaires,
- Le personnel navigant des compagnies aériennes qui est soumis au rayonnement cosmique.

En 2009, près de 320 000 travailleurs ont été suivis dans le cadre de leurs activités professionnelles. Le code du travail classe les travailleurs exposés aux rayonnements ionisants en deux catégories :

- catégorie A : exposition à plus de 6 *mSv* par an (au plus 20 mSv) ;
- catégorie B : exposition à 6 mSv au plus par an.

Les personnes qui travaillent avec des rayonnements ionisants doivent porter des appareils spécifiques, des dosimètres, adaptés aux différents types de rayonnements. Les dosimètres permettent de contrôler la quantité de rayonnements reçus et de s'assurer que la personne n'a pas reçu une dose supérieure à la norme tolérée ou, si cela se produit, d'en connaître l'importance. Les travailleurs qui risquent une contamination interne sont tenus à un suivi médical régulier. La présence d'une personne compétente en radioprotection (PCR) est obligatoire dans les établissements exposés.

Les limites réglementaires sont de 1 mSv par an pour la population générale, en plus de la radioactivité naturelle.

Les unités de mesure de la radioactivité

Il existe trois unités de mesure de la radioactivité :

- **le Becquerel (Bq)** : il mesure la radioactivité proprement dite, c'est-à-dire le nombre d'atomes qui, par unité de temps, se désintègrent et émettent un rayonnement. Plus l'activité mesurée est forte, plus il y a de rayonnement et donc d'énergie émise.
- **le Gray (Gy)** : il mesure la dose absorbée, c'est-à-dire l'énergie cédée par les rayonnements ionisants à la matière par unité de masse (1 Gy = 1 joule par kilogramme). A dose absorbée égale, les effets varient suivant la nature des rayonnements (1 gray de rayonnement alpha est considérablement plus dangereux qu'un gray de rayonnement bêta).
- **le Sievert (Sv)** : c'est la dose équivalente, qui mesure les effets biologiques des rayonnements sur la matière vivante. Pour la même quantité d'énergie déposée, les rayonnements ont des effets différents sur les tissus. La dose équivalente permet d'évaluer les effets biologiques des rayonnements en radioprotection (c'est-à-dire aux faibles doses).

Evolutions récentes

Le Conseil de l'Union européenne a adopté le 5 décembre 2013 une directive fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant des rayonnements ionisants. Elle concerne des secteurs d'activité variés : domaine médical, industrie, production énergétique, gestion des déchets...Le texte contient également des dispositions en matière d'enseignement, de formation et d'information dans le domaine de la radioprotection.

Sources rédactionnelles: IRSN, ASN, INRS

Auteur : [Unité Cancer et Environnement](#)

Relecture : Dr Christian Carrie, radiothérapeute, Centre Léon Bérard, Lyon.

Nos fiches sur ce thème

- [Le cancer du poumon](#)
- [Le radon](#)
- [Revue des cancérogènes, partie D - rayonnements](#)

Pour aller plus loin

Etudes et publications scientifiques

- [Ozasa, 2011 : Risk of cancer and non-cancer diseases in the atomic bomb survivors](#)
- [UNSCEAR, 2000. Sources and effects of ionizing radiations, vol II, Annex D \(health and effects due t](#)

Rapports et textes officiels

- [IRSN, 2014 : Exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France: Bilan 2013](#)

Informations des publics

- [ARC, 2011 : Nucléaire et cancer, 3 experts vous répondent](#)
- [ASN, 2011 : Site dédié à la situation au Japon](#)
- [CEA animations: la radioactivité](#)
- [INRS, 2009 : Dossier rayonnements ionisants](#)
- [INSERM, 2011 : Radioactivité : faibles doses, fortes doses, sommes-nous tous égaux ?](#)
- [IRSN, 2004 : Rayonnements ionisants et santé](#)
- [IRSN, 2011 : Tchernobyl, 25 ans après](#)
- [Note d'information sur l'étude de Claus, 2012: radiologie dentaire et risque de méningiome](#)
- [Sciences et pseudosciences, 2012 : Que conclure de l'étude Interphone?](#)
- [Site internet: la radioactivité.com](#)
- [Dossier IRSN : exposition de la population française à la radioactivité](#)

Dossiers et autres ressources

- [AEN: Agence pour l'Energie Nucléaire](#)
- [Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs](#)
- [AIEA: Agence Internationale de l'Energie Atomique](#)
- [ASN: Autorité de Sûreté Nucléaire](#)
- [CEA: Commissariat à l'Energie Atomique](#)
- [CIPR: Commission Internationale de Protection Radiologique](#)
- [Réseau national de mesures de la radioactivité dans l'environnement](#)
- [UNSCEAR : United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation](#)

 Mise à jour le 3 sept. 2018