

LES EFFETS DE LA RADIO- ACTIVITÉ SUR LE CORPS



© Dorian Hennequin / Futura

© ASN et IRSN — sous la direction de : Geneviève Beaumont, Emmanuel Bouchet, Olivier Javay
Conception : Âme en science, La-fabrique-créative, Phalizon consultant — Illustration : B2 Infographie — Dessin de la mascotte : Thomas Caballé
Reproduction interdite sans l'autorisation de l'ASN/IRSN



LES EFFETS BIOLOGIQUES DES RADIATIONS

Les **RADIATIONS ENDOMMAGENT L'ADN** de nos cellules.

Heureusement, les cellules possèdent des mécanismes de réparation efficaces. Néanmoins, il se peut que des dommages subsistent, ce qui peut provoquer toute sorte de dysfonctionnements, notamment des cancers.

Cellule irradiée

L'exposition aux rayonnements peut endommager l'ADN :

DIRECTEMENT : une particule bêta ou alpha frappe la molécule d'ADN.

INDIRECTEMENT : un rayonnement gamma provoque des réactions chimiques qui vont conduire à la détérioration de l'ADN.

Abîmées, les cellules ont 3 modes de comportement

La cellule se répare

Nos systèmes immunitaires et enzymatiques sont de puissants mécanismes de réparation. Selon l'importance de la dose, les réparations sont faites en quelques minutes ou en plusieurs jours. Il arrive que les cellules soient mal réparées.

Si les mécanismes de réparation sont faibles ou surchargés, une forte dose de radiations peut en une fois être d'autant plus risquée que si elle est étalée dans le temps, laissant aux mécanismes de réparation le temps de jouer leur rôle.

La cellule se détruit

Les cellules ont un mécanisme d'auto-destruction naturelle qu'elles mettent en œuvre lorsqu'elles sont abîmées ou trop vieilles. En cas d'irradiation très importante, de très nombreuses cellules peuvent être détruites. Cela peut entraîner des dysfonctionnements des organes, des maladies graves ou même être fatal.

La cellule mute

Très rarement, les cellules peuvent être mal réparées ou l'ordre d'auto-destruction peut être empêché. La cellule va alors se multiplier anormalement et, au fil du temps, devient une tumeur, un cancer.

Dégât simple ou double ?

Dans notre corps chaque cellule subit chaque jour de multiples agressions qui cassent l'ADN.

Les cellules réparent assez facilement les cassures simples brins, alors que les doubles sont plus difficiles à réparer. Par rapport aux lésions qui se produisent naturellement, les radiations augmentent bien plus le nombre des cassures doubles brins.

Les radiations peuvent casser un seul brin de la chaîne ADN ou les deux brins au même endroit.

La radioactivité abîme nos cellules. Le plus souvent elles se réparent, mais parfois elles meurent en trop grand nombre ou prolifèrent de façon anormale.



IRRADIATION OU CONTAMINATION ?

Un être humain peut être irradié ou contaminé par une source radioactive.

Il est **IRRADIÉ** s'il est « **ATTEINT** » **DEPUIS L'EXTÉRIEUR** par les rayonnements issus de la source.

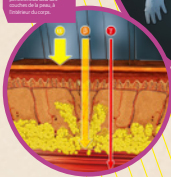
Il est contaminé si des particules radioactives **SE DÉPOSENT** sur lui ou bien si elles **SONT INGÉRÉES OU INHALÉES**.

Irradiation

On parle d'irradiation lorsque la source radioactive est située à l'extérieur du corps et que ces rayonnements traversent l'organisme ou une partie de celui-ci. L'irradiation s'arrête lorsque l'on s'éloigne de la source. La personne ne transporte aucune radioactivité après avoir été irradiée, elle subit uniquement les éventuels effets produits par les rayonnements.

En irradiation

Le rayonnement alpha ne pénètre pas plus profondément que les premières cellules de la couche superficielle de la peau. Le rayonnement bêta est plus pénétrant et peut atteindre les couches internes et provoquer des brûlures. Les rayons gamma pénètrent jusqu'aux os et traversent la peau, à l'intérieur du corps.



Si on s'approche d'une source radioactive, on risque d'être **IRRADIÉ**. La radioactivité ne nous suit pas si on s'en va. Mais si on avale ou respire des particules radioactives, on est contaminé jusqu'à ce que le corps les ait éliminées naturellement.



Contamination externe

Lorsque les particules radioactives sont déposées sur la peau ou sur les vêtements sans pénétrer dans le corps, on parle de contamination externe. Celle-ci peut être éliminée en déshabillant et en lavant les personnes exposées.

Contamination interne

On parle de contamination interne lorsque des éléments radioactifs pénètrent à l'intérieur du corps par inhalation, ingestion ou encore par blessure avec des objets contaminés.

Le corps ne fixe pas définitivement les particules radioactives. Selon leur nature, le temps de leur passage dans le corps est plus ou moins long.

Ce n'est pas parce que la personne a été contaminée en interne ou irradiée qu'elle présente un risque pour ses proches.

En contamination interne

Selon leur nature chimique, les éléments radioactifs se fixent dans des organes différents.

LES SEUILS DE DANGER

Quels sont les dangers liés à la radioactivité ?

TOUT DÉPEND DE LA DOSE REÇUE.

Dans certains cas, elle est utilisée pour soigner.

Effets systématiques

À la suite d'une irradiation intense, des cellules peuvent être détruites en grand nombre. Les tissus ou les organes sont alors endommagés.

Ces effets s'expriment immédiatement ou après quelques jours, de façon certaine et sur toute personne exposée. Leur gravité augmente avec la dose absorbée.

Effets aléatoires

L'irradiation peut endommager l'ADN et provoquer, ou non, des effets ultérieurs. C'est au bout d'un certain temps que les conséquences peuvent apparaître et seulement sur certaines personnes : quelques années pour les leucémies et les cancers de la thyroïde de l'enfant, 20 à 40 ans pour d'autres cancers. Les cancers pouvant trouver leur origine dans différentes causes, parfois associées, il est très difficile d'imputer de façon sûre un cancer à une irradiation.

En débat

Les faibles doses

⬅ Certaines études montrent que le risque diminuerait rapidement en dessous de 100 mSv, voire serait nul.

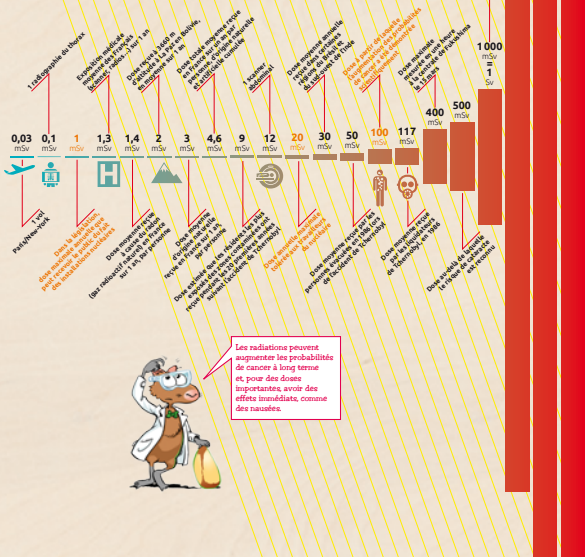
➡ D'autres études concluent que le risque diminue progressivement et existe tant que la dose n'est pas nulle. C'est sur ces études que s'appuie la réglementation.

On ne sait pas aujourd'hui quelle est la nature du risque en dessous de 100 mSv. Des études épidémiologiques sont conduites sur le sujet.

Le sievert (Sv) :

C'est l'unité de mesure des effets de la radioactivité sur le corps.

1 sievert = 1000 millisieverts (mSv)



TOUS ÉGAUX DEVANT LA RADIOACTIVITÉ ?

Nous ne sommes **PAS TOUS ÉGAUX** face à la radioactivité et nous y sommes pourtant régulièrement exposés, notamment dans le milieu médical. Les différences génétiques, d'âge, de sexe, expliquent ces variations. Certains contextes, comme la grossesse d'une femme, peuvent obliger à prendre des précautions particulières.

Femmes enceintes

Les femmes peuvent être exposées aux radiations pour diverses raisons : travailleuses exposées, imagerie médicale (en particulier scanner) et des précautions doivent être prises. Des femmes enceintes peuvent aussi avoir un cancer et être soignées par radiothérapie.

Dans ce cas un dilemme se pose alors aux médecins et à la famille, car il peut y avoir un risque pour l'enfant à naître.

Chacun sa sensibilité

Nos gènes sont différents et notre organisme réagit plus ou moins bien aux agressions des radiations. 5 à 15 % de la population serait radiosensible, c'est-à-dire plus fragile face aux radiations.

C'est une donnée importante quand il s'agit d'entreprendre une radiothérapie contre un cancer par exemple.

L'**ASN**, qui est chargée du contrôle de la radioprotection des personnes, reste attentive à l'évolution des connaissances sur ce sujet.

Sexe et âge

Les organismes des hommes, des femmes, des enfants et des personnes âgées réagissent différemment face à la radioactivité.

Par exemple

Si l'a été contaminé, un homme émettra moins vite une substance radioactive qu'une femme ou qu'un enfant.

Au contraire, le renouvellement cellulaire est très rapide selon l'âge de l'individu et les tissus concernés, particulièrement rapide pour le fœtus et pour l'enfant, il est moins rapide à l'âge adulte et encore moins pour les personnes âgées. Cela signifie qu'une mutation engendrée par une irradiation sera multipliée plus rapidement chez les plus jeunes.

De plus, certains organes sont particulièrement actifs chez l'enfant, comme la thyroïde qui fournit les hormones de croissance.

Les organes

Certains organes sont beaucoup plus sensibles que d'autres (gonades, foie, thyroïde...).

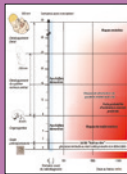
Nous ne sommes pas tous égaux face à la radioactivité. Certaines personnes peuvent naturellement être plus sensibles. Les enfants et les femmes enceintes doivent être particulièrement protégés.

De 0 à 2 mois

Le développement de l'embryon est très sensible aux radiations car un effet « tout ou rien » : l'embryon survit ou pas, mais il n'y a pas de risque de malformations.

Pendant la période fœtale (de 2 à 9 mois)

Le risque de malformation ou de handicap physique ou mental peut devenir réel en fonction de la dose reçue.



Ce tableau est celui qui sert aux radiothérapeutes pour décider avec les femmes des choix à faire, lorsqu'une femme enceinte doit subir une radiothérapie.



QUELLES DOSES REÇOIVENT LES TRAVAILLEURS ?

Les doses reçues par les travailleurs dans les activités civiles et militaires et ceux exposés à la radioactivité naturelle sont **SUIVIES** puis **TRANSMISÉES** à l'IRSN qui établit un bilan annuel.

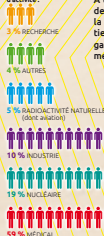
L'ASN **AGRÉE** les laboratoires de dosimétrie et **CONTRÔLE** la radioprotection des travailleurs.

Nombre de travailleurs suivis

365 830 travailleurs bénéficiaient d'un suivi dosimétrique en 2015 contre 278 150 en 2006, dont 59 % travaillent dans le domaine médical

A ce chiffre, il faut ajouter plus de 20 000 travailleurs exposés à la radioactivité naturelle, essentiellement des personnels navigants soumis au rayonnement cosmique.

Répartition des travailleurs suivis par domaine d'activité :



La mesure de l'irradiation externe

La personne porte en toutes circonstances un dosimètre passif pour la surveillance individuelle de référence et, dans les zones de travail où le risque est plus important, un dosimètre opérationnel à lecture immédiate qui indique la dose reçue en temps réel et peut déclencher une alarme en cas de dépassement d'un seuil prédéfini.

Dose individuelle moyenne par domaine d'activité en 2015 (mSv)

Il existe des disparités fortes entre les différents domaines d'activité. Les personnels navigants de l'aviation, présentent les doses individuelles moyennes les plus élevées, suivis par les travailleurs de l'industrie non nucléaire et nucléaire.

73 % des travailleurs surveillés n'ont reçu aucune dose.

Peu de travailleurs reçoivent plus de 20 mSv

9 en 2014 ;
2 en 2015



La mesure de la contamination interne

Pour les travailleurs susceptibles d'absorber des substances radioactives (par inhalation, par ingestion, par pénétration cutanée, voire par blessure), la surveillance s'appuie sur des examens anthroporadiométriques (mesure in vivo) et des analyses radiotoxologiques des urines ou des selles.

Surveillance de routine

La surveillance de routine a pour but principal de vérifier que les travailleurs ne sont pas contaminés dans les conditions normales de travail.

279 877 examens dont
0,4 % d'examen qui révèlent une contamination

Surveillance spéciale

La surveillance de routine est complétée par une surveillance spéciale lorsque des événements particuliers, avec suspicion de contamination, survient au cours des activités.

11 196 examens dont
16 % d'examen qui révèlent une contamination

La loi exige que les travailleurs exposés aux rayonnements ionisants soient suivis en permanence.



CE SITE PERMET DE CALCULER LA DOSE REÇUE PENDANT UN VOL
<http://www.sivert-ops.com/vol/>



BILAN DE L'EXPOSITION DES TRAVAILLEURS AUX RAYONNEMENTS IONISANTS EN FRANCE (2015)
www.irsn.fr/travailleurs-2015