

L'IRSN et la protection du public contre l'exposition aux faibles doses de rayonnements ionisants

LES FICHES DE L'IRSN

Juin 2021
www.irsn.fr

Qu'est-ce qu'une dose de rayonnements ionisants ?

- En pénétrant dans la matière vivante, un rayonnement ionisant lui transfère une certaine quantité d'énergie, désignée sous le nom de « dose » et exprimée à l'aide d'une unité appelée le gray (Gy), qui équivaut à un joule par kilogramme de matière.
- Lorsque le rayonnement est absorbé par un organisme, on peut observer des effets biologiques qui diffèrent en fonction du type de rayonnement (alpha, bêta, gamma, neutron...) et du tissu ou de l'organe irradié (moelle osseuse, côlon, poumon, sein...). La somme des doses sur l'ensemble des organes constitue la « dose efficace ». Celle-ci est exprimée en sievert (Sv), unité qui rend compte du degré de nocivité propre à chaque type de rayonnement et de la radiosensibilité de chaque tissu ou organe.
- Le rayonnement ionisant peut exercer une influence directe sur les atomes des molécules d'ADN, perturbant ainsi la reproduction des cellules. Il est également susceptible d'endommager des structures cellulaires essentielles, conduisant parfois à l'apparition de pathologies telles que les cancers.
- Deux types d'effets sont constatés en fonction du niveau de la dose absorbée :
 - à forte dose, des effets à court terme spécifiques des rayonnements (de quelques jours à quelques mois après l'exposition), tels que les brûlures radio-induites, la perte de cheveux, la modification de la formule sanguine... ;
 - à dose faible à modérée, des effets non spécifiques des rayonnements ionisants, susceptibles de survenir de manière aléatoire à plus long terme (entre quelques années ou décennies après l'exposition), tels que des cancers, des maladies cardio-vasculaires ou des opacités du cristallin.

La notion de faibles doses : une notion évolutive

- La notion de « faibles doses », loin d'être figée, a évolué au rythme des progrès de la connaissance relative aux effets sur l'organisme de l'exposition aux rayonnements ionisants. Au fil du temps, les niveaux considérés comme « faibles doses » n'ont cessé de diminuer.
- Aujourd'hui, une des définitions les plus communément admises est celle donnée par le Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR) qui considère comme « faibles » les doses cumulées inférieures à 100 mGy.

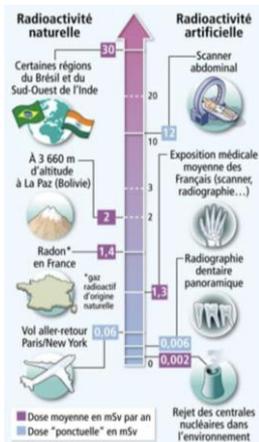
Des notions sujettes à interprétation

- La notion de « faibles doses » est non seulement évolutive, mais différemment comprise en fonction des points de vue concernés (scientifiques, soignants, industriels, politiques...). Au sein même de la communauté scientifique, son acception varie selon les disciplines concernées (biologistes, épidémiologistes, écotoxicologistes, radiotoxicologistes...).
- Une deuxième notion prête à controverse : celle de « relation linéaire sans seuil » qui exprime la relation de proportionnalité entre les doses reçues et le risque pour la santé. Cette extrapolation à partir des effets observés à de fortes doses, utilisée par les commissions internationales pour une gestion simple du risque radiologique, est discutée sur la base de l'observation de mécanismes biologiques non-linéaires avec la dose. Néanmoins, aujourd'hui, les résultats épidémiologiques sur les cancers plaident toujours en faveur de l'utilisation du modèle simple linéaire pour la radioprotection.
- Par ailleurs l'existence ou non d'effets non-cancéreux, notamment sur le système cardiovasculaire et sur le cristallin, à de faibles doses fait également débat. La détermination de l'effet d'une coexposition à plusieurs stressors (radiologiques, chimiques...), par exemple l'effet combiné du radon et du tabac dans l'apparition des cancers du poumon, est complexe et encore mal caractérisée.

L'apport des études épidémiologiques sur différentes cohortes

- Avant les années 1990, la connaissance des risques sanitaires dus aux rayonnements ionisants étaient essentiellement basés sur les résultats du suivi épidémiologique des survivants des bombardements de Hiroshima et de Nagasaki, ainsi que sur celui de patients traités par radiothérapie.
- À partir des années 1990, les études épidémiologiques ont considéré d'autres populations, comme les personnels médicaux, les patients passant des examens diagnostiques, les travailleurs du nucléaire et le public... Ainsi, aujourd'hui, plus de 30 ans de suivi de ces différentes cohortes ont permis d'affiner la connaissance des risques radioinduits en prenant en compte des situations d'exposition du quotidien et la spécificité des différentes populations (européenne, américaine, asiatique...). La puissance statistique de ces études s'est fortement accrue, permettant d'obtenir des résultats scientifiques significatifs pour des expositions inférieures à 100 mSv.

Quelques exemples de sources d'exposition sur l'homme (exprimés en dose efficace)



Contact
 Emmanuelle Mur
 Tél. +33(0)1 58 35 96 71

Siège social
 31, av. de la Division Leclerc
 92260 Fontenay-aux-Roses

L'IRSN est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) dont les missions, le statut et le fonctionnement sont déterminés par les articles L592-45 à L592-49 et R592-39 à R592-61 du code de l'environnement. L'IRSN est placé sous la tutelle conjointe du ministre chargé de l'Environnement, du ministre de la Défense, et des ministres chargés de l'Énergie, de la Recherche et de la Santé.

Expert public, l'IRSN fait progresser la connaissance scientifique, au service de la maîtrise de tous les risques nucléaires et radiologiques. Grâce à sa recherche, ses méthodes et ses interactions avec l'ensemble des parties prenantes, l'IRSN évalue en toute indépendance ces risques et leurs conséquences. Il participe ainsi à leur prévention, à leur détection et à la limitation de leurs éventuels effets, pour protéger la population et l'environnement.

Pour en savoir plus :

- www.irsn.fr/Faibles-doses
- www.radonorm.eu
- <http://icrpaedia.org>
- www.irsn.fr/EPICE
- www.irsn.fr/Inworks
- www.irsn.fr/EPI-CT
- www.irsn.fr/Expop
- www.irsn.fr/expri
- www.irsn.fr/RP-travailleurs
- www.irsn.fr/radon
- <http://medirad-project.eu>

- Une dynamique internationale s'est engagée avec les études publiées ces deux dernières années par de grands acteurs internationaux – comme le Conseil national américain de la radioprotection et de la dosimétrie (NCRP), la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) ou l'Institut national américain du cancer (NCI) – qui confirment la concordance des effets constatés aux faibles doses.

Quelques enseignements clés aux faibles doses

- Les études en radiobiologie ont montré tout d'abord qu'il n'existait pas de forme unique de relation dose-effet pour l'ensemble des processus biologiques cellulaires. Elles ont par ailleurs révélé que l'exposition aux rayonnements ionisants peut avoir, outre les effets directs sur l'ADN, des effets indirects sur d'autres constituants cellulaires comme les molécules d'eau, ces effets pouvant également jouer un rôle dans le développement de pathologies induites par une exposition aux rayonnements ionisants.
- Un autre enseignement est que des caractéristiques individuelles (âge, sexe, prédispositions génétiques...) peuvent moduler le risque de développer un cancer. L'impact de ces sensibilités individuelles à l'exposition aux rayonnements ionisants fait aujourd'hui l'objet d'un débat.

La contribution de l'IRSN à la recherche internationale sur les faibles doses

- L'Institut a participé à la structuration de la recherche européenne dans ce domaine avec la création en 2009 de la plateforme MELODI (Multidisciplinary European Low Dose Initiative), entité de gouvernance de la recherche sur les faibles doses, et en 2010 du réseau d'excellence DoReMi (Low dose research towards multidisciplinary integration), puis des initiatives OPERA en 2013 et CONCERT en 2017, programmes financés par la Commission Européenne.
- Parallèlement, l'IRSN participe ou pilote des études internationales sur différentes situations d'exposition :
 - **l'exposition naturelle au radon** : l'IRSN a conduit pendant plusieurs années des études sur les mineurs d'uranium et sur l'effet de l'exposition domestique au radon. Les résultats obtenus ont contribué à démontrer le risque de cancer du poumon associé au radon, même à de faibles niveaux d'exposition. L'Institut contribue aujourd'hui au projet européen **RadoNorm** ;
 - **l'exposition post-accidentelle** : après avoir conduit l'étude **EPICE** portant sur les conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl, l'Institut s'intéresse aujourd'hui aux conséquences sanitaires de l'accident de Fukushima, dans le cadre d'un accord de collaboration avec l'Université de médecine de Fukushima (FMU) au Japon ;
 - **l'exposition des travailleurs du nucléaire** : l'IRSN a mis en place une cohorte de plus de 80 000 travailleurs de l'industrie nucléaire en France et participe au projet international **INWORKS**. Ce projet regroupe plus de 300 000 travailleurs de France, Grande-Bretagne et États-Unis. Les résultats confirment le fait qu'une dose faible entraîne un accroissement faible du risque de cancer ainsi que de maladies cardio- et cérébrovasculaires. Ils soulignent en outre le besoin de renforcer la communication sur les risques aux faibles doses et la réflexion relative à l'« acceptabilité des risques » ;
 - **l'exposition médicale** : l'Institut a constitué une cohorte de plus de 100 000 enfants exposés à un premier scanner entre 2000 et 2011 dans différents CHU français. Les premiers résultats suggèrent une augmentation du risque de tumeur cérébrale et de leucémie associée à la dose chez les enfants ne présentant pas de prédisposition au cancer. Cependant, le suivi court et le faible nombre de cas de cancer dans la cohorte ne permettent en l'état pas de disposer d'une puissance statistique suffisante pour confirmer ce résultat. À cet égard, des collaborations internationales sont en cours, en particulier dans le cadre des projets européens **EPI-CT** et **MEDIRAD**.
- En parallèle aux recherches en épidémiologie, l'IRSN conduit, dans le domaine de la toxicologie humaine (www.irsn.fr/LRTOX) et environnementale (www.irsn.fr/LECO), des recherches relatives aux effets biologiques des faibles doses. Celles-ci visent à mieux comprendre les mécanismes biologiques engendrés par une exposition aux rayonnements ionisants, que ce soit en lien avec des pathologies cancéreuses, non cancéreuses, ou sur des mécanismes d'effets trans-générationnels (modifications biologiques chez les descendants non-exposés d'individus exposés).

La contribution de l'IRSN au suivi dosimétrique et à l'information sur les faibles doses

- En France, l'IRSN publie des bilans périodiques de suivi radiologique sur les professionnels exposés aux rayonnements ionisants, sur les patients exposés pour des raisons médicales (rapports ExPRI) ou sur l'ensemble de la population française (rapports ExPOP). Il édite également des fiches d'information comme celle sur le radon dans l'habitat et les moyens d'en réduire la teneur.
- À l'international, l'Institut est un contributeur actif aux activités des principaux organismes impliqués dans la radioprotection, comme la CIPR, l'UNSCEAR, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) ou encore l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE (AEN).