

Les dangers des rayonnements ionisants



Quelles sont les conséquences d'un accident de réacteur nucléaire sur la santé de la population ? Walter Rüegg, ancien physicien chef dans l'Armée suisse, a fait pour le Forum nucléaire suisse, un état des lieux du rayonnement au Japon suite à l'accident de Fukushima. Il établit un parallèle avec les rayonnements naturel et médical ainsi qu'avec leurs conséquences potentielles sur la santé.

L'accident de la centrale nucléaire japonaise de Fukushima-Daiichi en mars 2011 a provoqué la libération de quantités importantes d'éléments radioactifs volatils dans l'atmosphère. Cela concernait principalement les radionucléides césium 137 et iode 131. Comment ces rejets doivent-ils être évalués ? A titre comparatif, lors de la catastrophe de Tchernobyl, une quantité six fois plus importante de césium radioactif avait été rejetée, et elle était même de cent fois plus importante dans le cadre des essais nucléaires du siècle dernier. Ces quantités restent cependant faibles au regard de la radioactivité naturelle présente dans le sol: les dix centimètres supérieurs de la croûte terrestre contiennent à eux seuls 10'000 fois plus de substances radioactives que le césium libéré à Fukushima.

Les doses de radiations

En mai 2012, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a publié une évaluation préliminaire des doses de radiation reçues par les populations suite à la catastrophe de Fukushima [1]. Les calculs ont été effectués avec autant d'exactitude que possible sur la base de différentes sources et méthodes. Les experts de l'OMS ont pris en compte l'ensemble des sources de rayonnement: le rayonnement généré par les substances radioactives présentes dans l'air et le sol, celui présent dans les aliments irradiés, et les doses à la thyroïde. En cas d'incertitude, ils se sont basés sur des suppositions pessimistes afin d'éviter toute sous-évaluation.

Les estimations de l'OMS concernent le monde entier. Elles montrent notamment que les doses en-dehors de la préfecture de Fukushima sont inférieures à la variante du rayonnement atmosphérique naturel, et qu'en-dehors du Japon, elles sont négligeables et n'atteignent qu'une faible part du rayonnement naturel.

Selon le rapport de l'OMS, à l'exception des habitants (évacués) de deux

localités situées dans la préfecture de Fukushima (Iitate et Namie), exposés au cours de l'année qui a suivi l'accident à une dose comprise entre 10 et 50 millisieverts (mSv), les autres doses mesurées dans la préfecture étaient comprises entre 1 mSv et 10 mSv. Le rayonnement absorbé par le corps en provenance de l'extérieur (dose externe) est la principale constituante du rayonnement, sachant que la dose totale pouvant être tolérée en une vie est deux à trois fois plus élevée. L'OMS n'a malheureusement pas établi de proportionnalité avec la taille de la population. Elle a grossièrement estimé que les 100'000 personnes les plus touchées pourraient encore absorber en une vie une dose moyenne de 20 mSv. L'OMS indique avoir volontairement renoncé à aborder les conséquences de l'accident sur la santé, et renvoie à ce sujet à un rapport ultérieur.

Les conséquences sur la santé

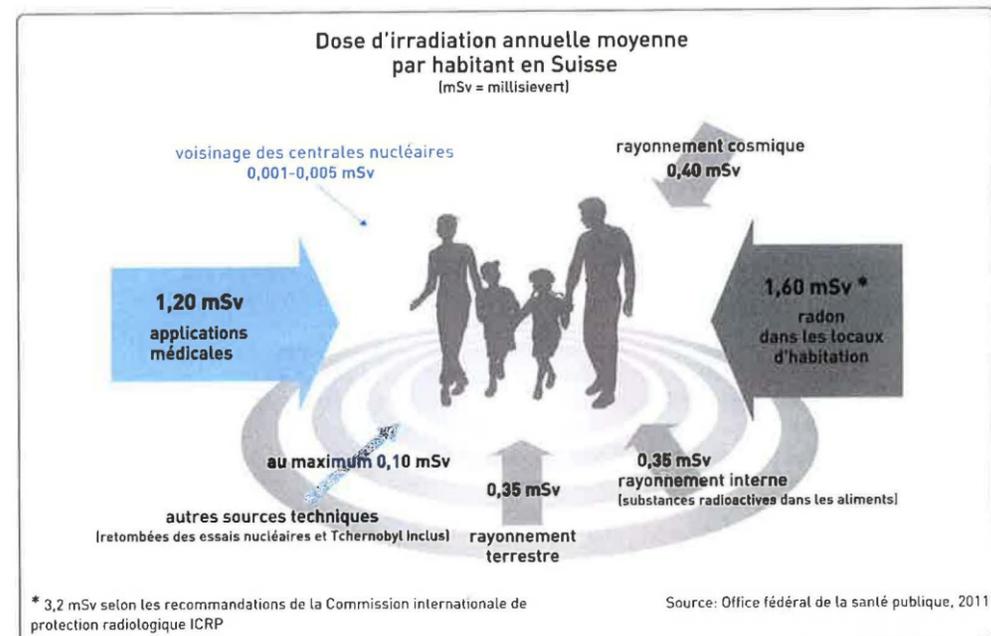
Pour pouvoir traiter les conséquences à long terme du rayonnement ionisant, plusieurs problématiques doivent être prises en compte:

1. Les symptômes ne sont pas spécifiques au rayonnement, en d'autres termes: les maladies qui surviennent, notamment les différents types de cancer, ne sont pas différentes des maladies «normales». Le rayonnement influence uniquement leur fréquence.
2. Les temps de latence sont généralement de plusieurs décennies. Après une telle durée, il est très difficile de prendre également en compte les autres facteurs d'influence.
3. Dans le cas de doses faibles, les fluctuations naturelles de la fréquence de survenue des maladies sont bien plus importantes que les conséquences possibles du rayonnement. Ainsi, pour une dose unique inférieure à la dose 100–200 mSv (soit entre 2 et 4 % de la dose mortelle), il devient impossible de prouver la moindre conséquence négative.

Cette incertitude a ensuite été éliminée par le «modèle LNT» (*linear, no-threshold*, relation linéaire dose-effets sans seuil). Celui-ci a été introduit en 1959 par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR); il se base sur des résultats de recherche prenant en compte des doses uniques moyennes à élevées. L'hypothèse LNT postule d'une relation linéaire entre la dose de rayonnement et l'effet occasionné (demi-dose = demi-effet), et l'absence de seuil au-dessous duquel aucun effet n'est plus observé. Ainsi, même une dose minimale peut générer un risque (minime).

Sur la base de données recueillies dans le cadre des bombardements atomiques d'Hiroshima et Nagasaki à la fin de la Seconde Guerre mondiale, la science arrive à la conclusion que le risque de cancer est d'environ 10 % pour chaque sievert d'une dose unique (une dose de 4,5 Sv est mortelle dans 50 % des cas). Si cette dose est absorbée sur une plus longue période, l'impact est considérablement réduit. La plupart des autorités tiennent compte ici d'un facteur de réduction (arbitraire) de 2. Il s'agit d'hypothèses très prudentes: à la fois les essais sur les animaux et les données

Docteur en physique nucléaire, Walter Rüegg s'intéresse particulièrement à la radiobiologie. Pendant 20 ans, il a été actif dans le domaine de la recherche fondamentale à l'EPF Zurich et à l'Institut suisse de physique nucléaire, devenu depuis l'Institut Paul-Scherrer (PSI), avant de travailler chez ABB dans les domaines de l'électronique et de la technologie des capteurs. Dans le cadre de sa fonction de physicien chef dans l'Armée suisse, qu'il a exercée durant de longues années, il a eu l'occasion de se pencher en détail sur la radioactivité et ses impacts sur l'homme et l'environnement. Il travaille aujourd'hui en tant que conseiller indépendant et développeur de systèmes électroniques.



concernant les habitants de régions fortement exposées au rayonnement naturel révèlent que même plusieurs sieverts absorbés sur une longue période n'ont aucune conséquence perceptible sur la santé, et n'engendrent aucun dommage génétique héréditaire. Il existe, dans ce contexte, quatre écoles possibles concernant les conséquences sur la santé.

1. La variante officielle: prudence et pessimisme

De nos jours, l'ensemble des autorités de radioprotection ont recours au modèle LNT. Selon celui-ci, parmi les 100'000 personnes les plus irradiées lors de Fukushima, pour une dose supplémentaire moyenne tolérable de 20 mSv, environ, cent développeront un cancer. Dans la plupart des cas, la maladie apparaît avec le temps. Il est donc plus judicieux d'aborder les conséquences d'un rayonnement faible de ce type sous l'angle de la baisse de l'espérance de vie. Pour une dose de 20 mSv, elle est de cinq jours.

Outre la plus forte probabilité de développer un cancer en vieillissant, au vu des connaissances actuelles, aucune autre conséquence n'est à craindre. Les influences possibles sur le système immunitaires et les maladies cardio-vasculaires sont mises en évidence uniquement à partir de doses bien plus élevées. Etant donné que sur 100'000 personnes, environ 25'000 meurent d'un cancer (avec d'importantes disparités en fonction de l'âge, du lieu et des facteurs socio-économiques), les cent cas de can-

cer potentiellement supplémentaires se situent largement au-dessous de la limite de détection. Les différences, mêmes infimes dans le mode de vie, telles que dans l'alimentation et l'activité physique, ont un impact bien plus important.

Un calcul sur modèle effectué par des chercheurs de l'Université de Stanford, en Californie, a révélé un nombre de décès compris entre 15 et 1300 dans le monde, 130 étant la valeur la plus plausible. Une fois encore, ce calcul se base sur l'hypothèse LNT et tient compte de différents paramètres d'incertitude (ce qui explique l'importante fourchette).

L'aspect intéressant de cette étude réside dans la prise en compte de 600 décès non imputables au rayonnement, mais consécutifs à l'évacuation imposée de la zone contaminée, notamment parmi des personnes âgées et de santé précaire. D'après ces calculs sur modèle, l'évacuation a empêché la mort due au rayonnement de 245 personnes au maximum. Cela signifie que les évacuations ont été davantage néfastes que bénéfiques. Si elles n'avaient pas eu lieu, le rayonnement aurait provoqué des cas de cancer supplémentaires parmi les 350 personnes ayant survécu, ce qui reste largement au-dessous de la limite de détection.

Même si ces chiffres se basent uniquement sur une hypothèse invérifiable (LNT), il est actuellement impensable, sur un plan politique, de ne pas procéder à ces évacuations. On peut cependant se poser la question de savoir s'il est judicieux de tenir compte des dangers et risques trop faibles pour pouvoir être

observés. Ne devrions-nous pas davantage nous en tenir aux principaux risques réels? La tendance étant actuellement au risque zéro, la réponse est clairement: non. Les risques, même trop faibles pour être quantifiés ou hypothétiques doivent être éliminés, conformément au principe de précaution. Mais il ne faut pas oublier que, quoiqu'il en soit, le risque de mourir est toujours de 100 %.

2. La variante pragmatique - réaliste

Les statistiques les plus fiables concernant les personnes montrent qu'aucun effet négatif ne peut être prouvé pour les doses inférieures à 100-200 mSv. Concernant les doses absorbées dans le temps, le seuil est sensiblement plus

élevé. Le rayonnement naturel nous expose à une dose moyenne de plus de 300 mSv, avec des différences importantes selon les régions. Dans celles qui possèdent une concentration élevée d'uranium et de thorium dans le sol, les valeurs mesurées peuvent atteindre plusieurs centaines de millisieverts par an sans pour autant que des conséquences négatives soient identifiables, et ce même si les doses dépassent parfois la dose mortelle.

Le modèle des conséquences d'un rayonnement réparti dans le temps, qui correspond, de loin, le mieux aux nombreuses données mesurées disponibles actuellement, a été mis au point par le professeur Otto G. Raabe de l'Université de Californie, Davis. Basé sur un grand nombre d'études de qualité portant sur les êtres humains et les animaux, il présente un seuil clair qui dépend fortement du débit de dose. Il démontre que les doses de rayonnement relativement faibles auxquelles est exposée la population évacuée de Fukushima n'ont absolument aucun impact.

Un rapport intermédiaire de l'UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) publié le 23 mai 2012, présente une conclusion similaire: les conséquences de la catastrophe de Fukushima sur la santé resteront probablement limitées; aucun effet cliniquement observable n'a été constaté, même parmi le personnel d'intervention le plus irradié. Ces recherches ont été effectuées à la demande de l'assemblée générale de l'ONU, par un groupe de 72 scientifiques

provenant de 18 pays; un rapport détaillé suivra.

3. La variante optimiste

Les statistiques les plus fiables concernant les cas de leucémie sont sans aucun doute celles concernant les quelque 50'000 survivants irradiés de Hiroshima et Nagasaki. Le résultat est surprenant: en dessous d'une dose de 200 mSv, le taux de leucémie est inférieur à celui enregistré chez les personnes non irradiées. Le même phénomène, appelé *hormesis* (mot grec désignant un effet stimulant), est également apparu dans le cadre de l'étude sur les animaux la plus exhaustive jamais réalisée («Megamouse-Study», sur plus de 6 millions de souris) et d'un grand nombre d'autres études scientifiques. Aucun doute ne subsiste sur le fait que dans certaines circonstances, les faibles doses de rayonnement peuvent avoir des effets positifs (moins de cancers, plus longue espérance de vie). L'UNSCEAR a lui aussi accepté les faits.

Les mécanismes biologiques conduisant à ces effets sont désormais bien compris. Certaines questions restent cependant sans réponse, ce qui conduit les autorités de régulation à persévérer dans l'hypothèse LNT. D'autant plus qu'une régulation sans LNT, sur la base des modèles complexes développés par Raabe, par exemple, serait un véritable cauchemar pour le législateur. D'autre part, les doses mesurées autour de Fukushima se situent dans la plage typique de l'approche hormétique (à savoir de quelques douzaines à quelques centaines de millisieverts); elles pourraient donc avoir également un impact positif sur la santé. Cet avis est partagé par le professeur Kiyohiko Sakamoto de l'Université de Tohoku à Sendai, un des plus grands oncologues japonais.

Sources

- [1] World Health Organization, 2012: *Preliminary dose estimation from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and tsunami*. Geneva, 120 p., ISBN 978 92 4 150366 2.
www.who.int/ionizing_radiation/pub_meet/fukushima_dose_assessment/en/index.html
- [2] Ten Hoeve, John E. & Jacobson, Mark Z., 2012: *Worldwide health effects of the Fukushima Daiichi nuclear accident*. Energy & Environmental Science 9, 8743-8757. DOI: 10.1039/C2EE22019A.
<http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2012/EE/c2ee22019a>
- [3] Raabe, Otto G., 2010: *Concerning the health effects of internally deposited radionuclides*. Health Physics, Vol. 98, Issue 3, 515-536.
www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20147792
- [4] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 2012: *The Fukushima-Daiichi nuclear power plant accident: UNSCEAR's assessment of levels and effects of radiation exposure due to the nuclear accident after the 2011 great east-Japan earthquake and tsunami*.
www.unscear.org/unscear/en/fukushima.html
www.unis.unvienna.org/pdf/2012/UNSCEAR_Background.pdf
- [5] Jaworowski, Zbigniew, 2004: *Lessons of Chernobyl - with particular reference to thyroid cancer*.
www.world-nuclear.org/info/chernobyl/jaworowski.html

4. La variante extrême

Puis il y a les «extrémistes»: certains annoncent un million de morts, un fervent opposant au nucléaire va même jusqu'à 100 millions. On peut alors se demander comment il est possible que des personnes soient encore vivantes sur cette Terre. Or les quantités de substances radioactives libérées suite à l'accident de réacteur de Fukushima et les doses collectives engendrées sont négligeables comparées à celles dégagées lors d'essais nucléaires atmosphériques, et celles naturellement émises par les radionucléides. En outre, au cours des dernières décennies, l'humanité a été exposée à une dose collective au moins dix mille fois supérieure à celle de Fukushima dans le cadre d'essais médicaux, et n'a pas disparu pour autant.

La question des évacuations

Les accidents nucléaires soulèvent la question du critère sur lequel se base la décision d'évacuer la population. La CIPR recommande, en fonction de la situation, d'ordonner l'évacuation pour des doses annuelles escomptées comprises entre 1 et 20 mSv. A Tchernobyl, l'ordre avait été donné à partir de 5 mSv par an, de même qu'à Fukushima. Le gouvernement japonais vise une décontamination au-dessous de 1 mSv par an. Il s'agit là de doses négligeables comparées aux doses naturellement émises, bien loin des valeurs pour lesquelles les premiers impacts négatifs sont avérés.

De nombreux spécialistes qualifient d'infondées les évacuations pour ce type de doses. Le professeur Zbigniew Jaworowski, ancien président de l'UNSCEAR, déclare au sujet des évacuations à Tchernobyl: «*The most nonsensical action, however, was the evacuation of 336'000 people...*». Plus aucun doute ne subsiste

sur le fait que les évacuations ont des répercussions négatives sur la santé (stress, perte d'emploi et de contact avec l'entourage, baisse du niveau de vie), et par là-même sur l'espérance de vie. Il serait judicieux d'établir un parallèle entre ces conséquences et les baisses possibles (souvent hypothétiques) des espérances de vie causées par le rayonnement.

Le fait que dans de nombreuses régions, les doses naturelles dépassent largement ces critères, notamment lorsque l'on prend pour référence les doses tolérables sur une vie, soulève actuellement un gros dilemme sur la question des critères d'évacuation en vigueur (entre 1 et 20 mSv par an). Les informations obtenues suite à l'accident de Tchernobyl montrent que si une région est touchée par les retombées d'une catastrophe nucléaire et que les doses mesurées la première année sont de 20 mSv, il faudra s'attendre à des doses d'irradiation cumulées sur toute une vie de 60 mSv, pour un séjour prolongé sur ce territoire. Or dans la majeure partie des Alpes suisses, la dose cumulée résultant du rayonnement atmosphérique externe dépasse les 120 mSv. Si l'on prend en compte le radon (gaz naturel), dans nos montagnes, elles atteignent même un minimum de 300 mSv. Il faudrait donc déclarer une bonne partie des Alpes suisses inhabitable.

Conclusion

On peut conclure de ces variantes, qu'à l'exception de la variante extrême, de toute évidence insensée, les conséquences de la catastrophe de Fukushima sur la santé restent minimales. Même sans évacuations, les impacts du rayonnement seraient situés en dessous de la valeur de détection. ●