

# RADIOACTIVITÉ : FAUT-IL EN AVOIR PEUR ?

La radioactivité est présente partout à l'état naturel depuis la nuit des temps. La terre, les maisons, les murs et les aliments sont tous naturellement radioactifs, y compris le lait, la salade et l'eau.

Paradoxalement, un régime végétarien est trois fois plus radioactif qu'un régime classique à cause du carbone 14 et du potassium 40.

Cette radioactivité est inoffensive.

Cependant, il faut bien déterminer des normes de protection ; c'est-à-dire des niveaux de radioactivité, les plus faibles possibles, admissibles pour le public ou pour les professionnels, et en deçà desquels il n'y a pas de danger. Les effets des doses élevées ont donc été extrapolés vers les faibles doses, en utilisant une fonction théorique supposant qu'il n'existe pas de seuil en dessous duquel il n'y aurait aucun effet.

Pourtant, en dessous de 100 mSv, aucun effet distinct de la cancérogenèse « naturelle » n'a jamais été relevé. L'épidémiologie atteint là ses limites car, pour être significatif, un tel effet réclamerait l'étude de cohortes considérables de sujets, où les variations interindividuelles seraient source d'erreurs supplémentaires.

D'où la notion de « Relation Linéaire Sans Seuil » (RLSS) qui détermine une droite fondée sur le principe de précaution et non sur des expérimentations. Cette droite est destinée à tracer une limite « large » en vue d'établir des normes de radioprotection « sécurisantes ». Elle suppose que l'effet soit observé dès que la dose est non nulle. Le nombre de personnes affectées (mortes, malades, développant un cancer) est proportionnel à la dose totale par personne et à la population.

Avec cette règle sans seuil (RLSS), par exemple, une seule cigarette fumée par personne ou une heure d'exposition au soleil au cours d'une vie engendre déjà des cancers supplémentaires.

Ainsi, calculé avec la RLSS, le total de décès qui pourrait être imputable à Tchernobyl (notez le conditionnel...) atteint 4 000 morts. On voit donc que ces « 4 000 morts au maximum » sont liés au choix d'une règle qui, pour le nucléaire, ne se fonde pas sur des études épidémiologiques existantes.

La réalité est qu'aucune étude épidémiologique n'a jamais montré le moindre effet dans la population générale en-dessous de 100 mSv par personne et par an.

Cette règle qui voudrait que l'effet soit systématiquement proportionnel à la dose est cependant utilisée en radioprotection. Dans les calculs de risque, on procède « comme si » c'était la manière dont les choses se passent.

Mais il existe aussi une autre relation dite « avec effet hormesis ». Elle suppose que l'effet n'est pas proportionnel à la dose et, surtout, que pour les faibles doses l'effet est positif et se traduit par un gain d'espérance de vie.

Dit autrement, **il y a un effet bénéfique sur la santé qui s'applique sous un certain seuil qui semble soigner les inflammations (rhumatisme, arthrite...) et qui rend la population plus résistante.**

Il existe même des cures de « radon-thérapies » dans certaines stations thermales(<http://www.valvital.fr/stations-thermales/berthemont-les-bains/eaux-thermales-lons-le-saunier-3.html>)

en France, et dans d'anciennes mines dans le Montana aux États-Unis (Voir le site de l'AEPN et <https://vimeo.com/146067326>), qui soignent les inflammations (arthrite...).

Cet effet hormesis est difficile à démontrer car il faudrait pouvoir suivre des milliers, voire des millions d'individus pendant plusieurs dizaines d'années. Une telle règle est pertinente pour toutes les substances qui « guérissent » à petite dose (comme le soleil), mais sont néfastes à forte dose (comme la plupart des médicaments).

### **C'est la dose qui fait le poison.**

Un peu de radiation du soleil, c'est bien. Trop de soleil brûle et peut tuer. De faibles expositions solaires dans le temps font bronzer et sont bénéfiques pour la santé, tandis qu'une exposition intense, sur une plage l'été peut provoquer des coups de soleil et de graves brûlures qui peuvent être mortels.

C'est pareil pour l'eau : boire trop d'eau (une dizaine de litres par jour), sans une alimentation appropriée, peut tuer par arrêt du cœur en « lessivant » les sels minéraux.

Dans certaines régions d'Iran et d'Inde ainsi que sur certaines plages du Brésil, des populations vivent dans des régions dont le sol est 10 fois plus radioactif que la moyenne mondiale sans aucune conséquence relevée due aux radiations. En revanche, la misère, le manque d'hygiène et de soins y font des ravages.

En médecine, des injections de 750 000 Becquerels (dans la dose injectée, 750 000 atomes d'iode 131 se désintègrent spontanément chaque seconde) d'iode 131 sont pratiquées pour faire des coronographies et aucun patient n'a jamais développé de cancer suite à ce traitement médical. La radioactivité naturelle d'un individu de 80 kg est d'environ 8000 becquerels.

En moyenne en France, un carré de 10 m de côté creusé sur 10 m de profondeur dans son jardin contient plus de 3 kg d'uranium naturel (uranium 238 avec 0,7 % d'uranium 235). En moyenne, il y a 3 g d'uranium par tonne dans la croûte terrestre et jusqu'à 200 kg par tonne dans certains endroits du Canada (Athabasca où se situent des mines d'uranium).

Enfin, il existe différents types de radiations nucléaires (alpha, bêta, gamma) avec des caractéristiques très différentes (rappelées plus loin).

Un milligramme de plutonium avalé ou respiré est mortel car ses radiations (des particules Alpha) irradient directement au contact des cellules et elles créent des dégâts. En revanche, on peut tenir un kilogramme de plutonium dans ses mains revêtues de gants de cuisine. Ses radiations n'atteignent pas la peau à travers les gants et l'air car les particules Alpha sont grosses et ne traversent pas ces petits écrans.

La radioactivité à faible niveau jusqu'à des doses pouvant atteindre plus de 50 fois la radioactivité naturelle n'est pas dangereuse et elle est même probablement bonne pour notre santé.

Mais la peur est facile à répandre. C'est un réflexe naturel de protection ancestrale contre l'inconnu. Elle ne se combat qu'en faisant connaître et comprendre la réalité afin que chacun puisse exercer son libre arbitre. Mais c'est difficile.

Informé posément, avec des arguments, demande du temps dans une société qui n'en a guère et qui « zappe » rapidement. Et c'est si peu vendeur... face aux prophètes du malheur et aux charlatans qui, d'un côté sèment l'effroi et, d'un autre côté, promettent monts et merveilles grâce au vent et au soleil.

La lutte contre l'obscurantisme est permanente depuis des siècles, et elle a encore de beaux jours en perspective.

## Rappel : les connaissances « essentielles »

Pour comprendre l'essentiel des réactions nucléaires et des radiations, il faut juste connaître les quatre points suivants :

**1 – La matière** est constituée d'atomes avec un noyau au centre et des électrons qui gravitent autour. Le noyau est composé de deux types de « billes », les protons (avec une charge électrique positive) et les neutrons (sans charge électrique, donc neutre).

Dans les réactions chimiques, ce sont uniquement les électrons qui jouent un rôle en s'associant entre différents atomes dans des associations d'atomes appelées molécules.

Par exemple, du gaz (des molécules de méthane) qui brûle dans l'air se combine à l'oxygène pour donner des molécules différentes (de l'eau et du gaz carbonique), mais les atomes qui composent ce gaz restent les mêmes.

Dans les réactions nucléaires, les électrons qui gravitent autour des noyaux ne jouent aucun rôle (on n'en parle jamais). Ce sont uniquement les noyaux qui, en se cassant ou en se transformant, libèrent de l'énergie sous forme de particules et de rayonnements.

**2 – Les noyaux** de certaines matières peuvent se casser spontanément, ou sous le choc d'un neutron qui vient le percuter. Ils peuvent aussi absorber ce neutron et se transformer ensuite en émettant un, ou plusieurs, des quatre « rayonnements » alpha, bêta gamma et neutron décrit plus loin.

Ces réactions ont lieu en permanence dans la nature. Elles se produisent aussi dans un réacteur nucléaire où des noyaux d'uranium se cassent sous l'effet des neutrons. Chaque noyau d'uranium émet deux ou trois neutrons qui vont à leur tour casser d'autres noyaux d'uranium : c'est la réaction nucléaire en chaîne.

**3 – Le nom de la matière** (iode, fer, plomb, uranium, plutonium...) est lié au nombre de protons du noyau de l'atome constituant cette matière.

Ainsi, par exemple, le fer a 26 protons, l'iode 56, le plomb 82, l'uranium 92 et le plutonium 94. Et ce sera toujours le cas. Si le nombre de protons vient à changer parce que quelques neutrons sont transformés en protons (ce qui peut arriver spontanément avec l'émission d'un rayonnement bêta), ou qu'ils sont éjectés (avec l'émission d'un rayonnement alpha), ou que le noyau se brise en créant deux autres noyaux, alors on obtient une nouvelle matière avec un nombre différent de protons dans son noyau. Ce phénomène s'appelle la transmutation.

En revanche, une même matière (nombre de protons identiques) peut avoir un nombre de neutrons différents dans son noyau.

Ainsi, par exemple, le fer (26 protons) peut avoir de 26 à 34 neutrons dans son noyau (<http://www.valvital.fr/stations-thermales/berthemont-les-bains/eaux-thermales-lons-le-saunier-3.html>). Son noyau peut donc comporter de 52 à 60 « billes » (protons et neutrons). Ces « frères » de la même famille sont appelés des isotopes et ils se comportent le plus souvent de manière différente. Les uns sont stables (ils ne se brisent pas spontanément et n'émettent pas de rayonnements, ils ne sont donc pas radioactifs), les autres sont instables (radioactifs).

Il en va de même pour l'uranium (92 protons) qui compte plusieurs « frères » (isotopes) contenant un nombre de neutrons différents. Il existe, par exemple, de l'uranium 235 (235 « billes » dans son noyau, dont 92 protons) qui est dit « fissile » (il se casse lorsqu'il est percuté par un neutron), et de l'uranium 238 « fertile » (il absorbe un neutron avant de se transformer en plutonium 239 qui, lui, est fissile et se cassera sous l'action d'un autre neutron).

**4 – La radioactivité et ses unités de mesure :**

Il y a principalement quatre types de radioactivité :

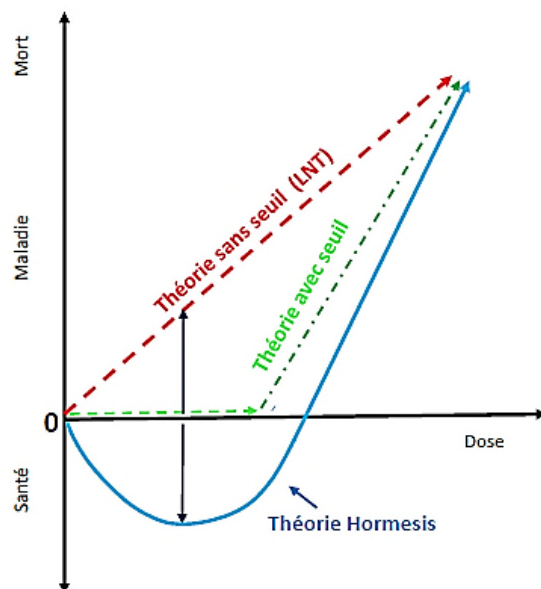
– les rayonnements alpha (deux protons accolés à deux neutrons). Une feuille de papier, quelques centimètres d'air ou le gras à la surface de la peau suffisent pour les arrêter.

- les rayonnements bêta (un électron de charge négative éjecté hors du noyau lors de la transformation d'un proton positif en neutron neutre). Une feuille d'aluminium, quelques centimètres d'eau ou quelques mètres d'air suffisent pour les arrêter.
- les rayonnements gamma (une onde électromagnétique de fréquence élevée). Quelques mètres de béton ou une couche épaisse de plomb les atténuent presque totalement.
- et les neutrons qui traversent à peu près tout, parfois sans interférer avec la matière, mais ils n'existent qu'à proximité des réacteurs et ne concernent donc pas le public.

**Cette connaissance en quatre points ne fait pas de vous, lecteur, un docteur en physique nucléaire mais elle est suffisante pour comprendre l'essentiel des phénomènes des radiations nucléaires.**

La RLSS (relation linéaire sans seuil), appelée « Linear No-Threshold Theory » (LNT) sur la figure ci-dessous, est linéaire (c'est une ligne droite). Elle indique que toute exposition est dangereuse. Cette relation est exacte pour des niveaux élevés de toxines telles que le plomb<sup>14</sup> ou le café. Nous savons pourtant que les petites doses de caféine ont des propriétés bénéfiques, même si cette substance est classée cancérogène, comme des milliers d'autres, par l'Organisation mondiale de la santé. Les exemples d'effets de seuil abondent autour de nous lorsqu'on commence à les chercher.

Théories de Réponses à la Dose



## Michel Gay

A l'occasion de la parution récente de son livre "Sous-Exposé ! Et si les radiations étaient bonnes pour vous ?" ARSCA a jugé intéressant d'inviter Michel Gay à écrire dans nos colonnes. Après avoir été pilote de chasse pendant plus de 25 ans dans l'Armée de l'air, Michel Gay consacre maintenant beaucoup de son temps à défendre l'électronucléaire.

21 mars 2017