

Les effets inattendus de la radioactivité sur la santé

Cet article présente la preuve des effets bénéfiques pour la santé des faibles doses de rayonnement, un phénomène nommé « hormesis », du mot grec hormonein, stimuler.

L'ensemble des preuves de l'existence d'effets « hormétiques » est tellement irréfutable qu'après douze ans de discussion, le United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), a récemment reconnu l'existence de l'hormesis.

Aujourd'hui, de nombreux scientifiques du nucléaire et des radiations ont remis en cause la base linéaire et sans seuil qui sert encore à déterminer les normes de rayonnement.

L'auteur T.D. Luckey, l'un des pionniers de la recherche sur l'hormesis, propose également une explication quant aux mécanismes cellulaires pouvant intervenir dans ce phénomène. Dans ce qui peut paraître pour certains une proposition surprenante, il appelle à un programme de recherche pour étudier la possibilité de combattre les effets nuisibles d'une insuffisance de rayonnement...

THOMAS D. LUCKEY

La vie est apparue dans un environnement comportant dix fois plus de rayonnement ionisant qu'aujourd'hui, et elle s'y est adaptée. Les premières cellules et les premiers systèmes métaboliques se sont développés dans un milieu de rayonnement ionisant ; les systèmes trop sensibles étaient détruits, les autres, pour survivre, devaient être en mesure de tolérer ou d'utiliser cette source d'énergie potentiellement destructrice.

Si beaucoup de recherches antérieures au développement de la bombe atomique impliquaient de faibles doses, les travaux les plus récents se sont orientés vers les effets nocifs des fortes doses de rayonnement ionisant.

En conséquence, durant la deuxième moitié de ce siècle, la plupart des informations sur les effets biologiques des faibles doses de rayonnement furent obtenues à partir des études sur le rayonnement à haute dose. Bien que l'information actuellement en notre possession sur l'hormesis soit fragmentaire, c'est le début d'une recherche vitale pour comprendre de nouveaux mécanismes physiologiques, et également une approche possible afin de remédier aux déficits en rayonnement ionisant de certains individus.

La thèse de l'hormesis consiste en ce que de faibles doses d'un agent peuvent stimuler un système, alors que celui-ci serait affecté s'il subissait de fortes doses du même agent. On constate cela également dans les effets du rayonnement ionisant : de fortes doses de rayonnement ionisant sont létales ou inhibitrices pour les microbes, plantes et animaux, y compris les humains, tandis que de petites doses stimulent la plupart des systèmes cellulaires et physiologiques (Luckey 1980, 1991). Paradoxalement, plus d'une réaction peut être stimulée à la fois dans un même organisme. De faibles doses peuvent, par exemple, stimuler à la fois le développement des cellules cancéreuses et la destruction de cancers par un accroissement des capacités immunes. Cette dernière semble prédominer en début de cancer, et devient moins efficace aux stades ultérieurs.

Le concept de l'effet stimulateur des faibles doses de produits chimi-

ques potentiellement nocifs a été étudié durant des siècles. Au VIII^{ème} siècle av. J.-C., les médecins syriens du roi Sargon II comprirent que la plante *Atropa Belladonna* était « une herbe à la fois toxique et guérissante » (Thorwald 1962). Vers 400 av. J.-C., Hippocrate observa que, contrairement aux effets d'une consommation raisonnable, le fait de « boire une grande quantité de vin non dilué rend un homme débile » (Adler 1952). Puis au XVI^{ème} siècle, Paracelse dit que tout est poison, rien n'est poison, seule la dose fait le poison.

Les agents physiques, chimiques et biologiques peuvent être hormétiques. De faibles doses de froid, de chaud, de pression, d'électricité, d'électromagnétisme, de lumière et de rayonnement ionisant stimulent une variété de paramètres physiologiques chez les microbes, les plantes et les animaux (Luckey 1959). Tout agent physique peut induire une variété de réactions chimiques dans les tissus affectés.

L'effet bénéfique d'une faible dose d'irradiation fut découvert il y a cent ans, à l'université du Missouri, par le professeur W. Shrader. Il inocula la bacille de la diphtérie à des cochons guinéens. Les animaux exposés aux rayons X avant inoculation survécurent alors que ceux qui ne l'avaient pas été, moururent en 24 heures. La stimulation par faibles doses de rayonnement fut étudiée dans la première moitié de ce siècle par Selye (Luckey 1980), qui mit en relief la grande variété d'agents, y compris le rayonnement ionisant, qui induisait un « syndrome adaptatif général » protecteur chez les animaux de laboratoire et chez les humains (Selye 1950). Il examina l'action protectrice de ce syndrome suite à une exposition à de faibles doses d'agents stressant chimiques, physiques et biologiques.

L'hormesis contre la thèse zéro

Les prémisses de la thèse zéro en rayonnement ionisant sont que tout rayonnement est nocif, et qu'il n'existe aucun seuil en dessous duquel il ne l'est pas. Cette thèse est invalidée par des résultats cohérents, statistiquement significatifs, faisant apparaître l'hormesis (Luckey 1991, 1994a). C'est un mirage médiatique entretenu par

des scientifiques qui ont ignoré la bibliographie radiobiologique ; celle-ci comprend cinquante-cinq publications, de 1896 à 1977, présentant la preuve de la stimulation par faible dose d'irradiation (Luckey 1980).

« L'hormesis avec les rayonnement ionisants », une revue détaillée de 1200 références, fut publiée par l'auteur en 1980. Bien que cet article amena de nombreux radiobiologistes à reconnaître les preuves démontrant l'hormesis, la thèse zéro et ses modèles linéaires restent solidement ancrés dans les recommandations gouvernementales et la législation nationale.

Reconnaître l'existence d'un seuil pour les rayonnements ionisants est crucial en ce qui concerne la thèse de l'hormesis. Les résultats de l'hormesis invalident un autre concept de seuil peu discuté, selon lequel il n'existe aucun effet des rayonnements pour une dose comprise entre celle des contrôles non exposés et le point équivalent zéro, PEZ (le PEZ est un seuil qui différencie les fameuses faibles doses des fortes doses de rayonnements. Toutes les doses inférieures au PEZ sont considérées faibles. Le PEZ définit les limites pour la santé publique, et les doses inférieures ne devraient théoriquement pas être considérées nocives pour quiconque).

La preuve géographique

Les rayonnements ionisants sont présents partout. L'air, l'eau, la terre, les plantes, les animaux, les personnes, la nourriture, le papier, les machines et les bâtiments sont radioactifs. La diversité dans les rayonnements naturels à travers le monde, reflète les différences dans les rayonnements terrestres et les rayonnements en altitude. La plupart de ces variations proviennent des éléments du sol (Luckey 1980, 1991).

Le rayonnement cosmique double tous les 2 km au-dessus du niveau de la mer. Etant absorbé par l'air, il en arrive une beaucoup plus grande quantité sur les montagnes et les hauts plateaux que sur le sol au niveau de la mer. Le personnel de l'aviation et les passagers fréquents peuvent voler 8 à 10 heures par jour à une altitude de 10 à 13 km au-dessus du niveau de la mer. Ceci peut les exposer à une dose

supérieure à celle des personnes vivant au niveau de la mer de 7 à 8 mGy par an (1 gray mesure le rayonnement transmis ; 1gy équivaut à 100 rads).

Les populations vivant dans un environnement à fort taux de rayonnement naturel montrent souvent des signes de meilleure santé. On a retrouvé aucune maladie inhabituelle ni effet nocifs pour la santé chez les populations vivant avec un rayonnement dix fois supérieur à la normale.

L'anticorrélation entre les niveaux naturels de rayonnement ionisant et les taux de mortalité par maladies cardio-vasculaires, respiratoires et par cancers aux Etats-Unis (**Figure 1**), prouve que les irradiations de faible dose ne sont pas une cause majeure

Tableau 1
Niveaux naturels de rayonnement ionisant

LIEU	mGy/an
Chine (faible)	1,3
Etats-Unis	2,0
Chine (élevé)	3,3
Delta du Nil	3,5
Travailleurs américains exposés ¹	3,6
Tolérance proposée	5,0
Tchernobyl ²	5,0
Pilotes d'avions ³	6-8
Kerala, Inde	4-13
Guarapara, Brésil	10-18
Meaibe, Brésil	22
Gerais, Brésil	23
Villes côtières de Kerala	23
Limite proposée pour les travailleurs	26
Araxi, Brésil	35
Optimum	100
Ramassar, Iran	243
Plage de Guarapari	263
PEZ ⁴	10.000

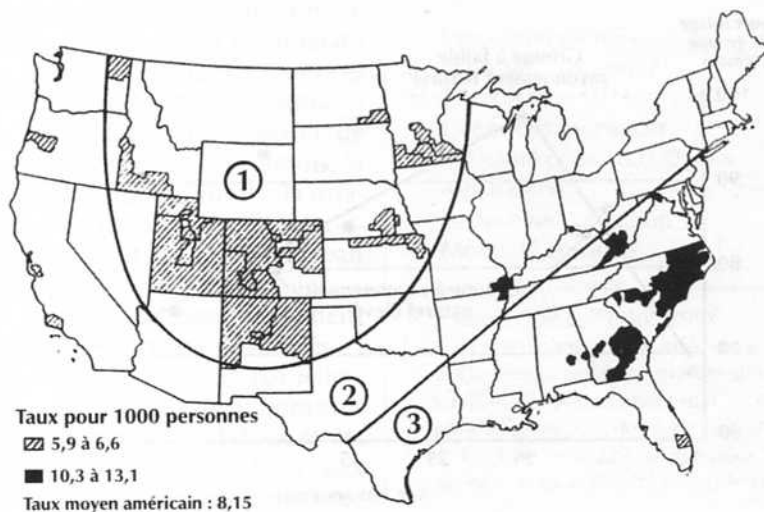
1. Ceci inclut les expositions naturelles et industrielle

2. Limite qui a justifié l'évacuation de 200.000 personnes.

3. Supposés voler 8 heures par jour à une hauteur comprise entre 6 et 8 km au-dessus du niveau de la mer.

4. Le point équivalent zéro, une dose seuil qui est la limite supérieure « d'une irradiation de faible dose ».

Figure 1 - Mortalité aux Etats-Unis en fonction du rayonnement naturel

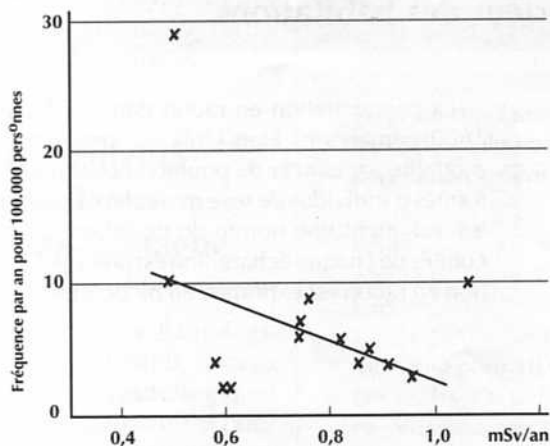


Les taux de mortalité dus aux maladies cardio-vasculaires, respiratoires et aux cancers sur la Côte-Est des Etats-Unis (zone 3), sont plus importants que ceux des Etats de l'Ouest (zone 1). Les rayonnements cosmique et terrestre dans la zone 1 sont deux à trois fois supérieurs à ceux de la zone 3. Cette carte montre les 25 régions économiques où le taux de mortalité par maladies cardio-vasculaires est le plus bas, et les 25 régions où il est le plus élevé.

Ces chiffres prennent en compte seulement les hommes blancs, âgés de 35 à 79 ans entre 1960 et 1972.

Sources : Sauer 1982 ; Luckey 1991, avec la permission du CRC Press Inc.

Figure 2 - Rayonnement naturel et mortalité par cancer en Inde



La mortalité due aux cancers dans les hôpitaux régionaux de l'Inde montre une relation inverse avec le niveau de rayonnement naturel. Les deux valeurs élevées au-dessus de la droite proviennent d'hôpitaux accueillant des patients d'autres endroits.

Sources : Nambi et al. 1987 ; Luckey 1991, avec la permission du CRC Press Inc.

de ces maladies (Sauer 1982). On pourra objecter que l'altitude, l'oxygène et la pression de l'air étaient également anticorrélés, mais cette étude ne trouva aucune corrélation entre les forts taux de mortalité dans les régions du sud des Etats-Unis et une quarantaine de facteurs environnementaux, sociaux, économiques et raciaux.

On a aussi remarqué une anticorrélation entre le rayonnement naturel et la mortalité par leucémie dans de nombreuses études sur la population américaine (Luckey 1991).

Au contraire, comme le montre le **Figure 2**, l'anticorrélation entre le rayonnement et le taux de mortalité par cancer en Inde est indépendante de l'altitude ou de la pression atmosphérique (NCRP, 1987). Ces résultats aux Etats-Unis et en Inde sont confirmés par des études très rigoureuses sur les paysans chinois. Dans chacun de ces trois pays, il existe un facteur trois de différence dans le niveau de rayonnement reçu par les populations.

Les populations les mieux étudiées sont deux groupes de paysans chinois d'environ 70.000 personnes chacun, dans le comté du Yangjiang (Wei 1994). Les taux de mortalité par leucémie et tout autre cancer se révèlent être inférieurs chez les paysans vivant dans une région où le rayonnement naturel est élevé. La corrélation entre les morts par leucémie et l'âge des personnes (**Figure 3**) suggère aussi une différence importante de sensibilité aux rayonnements entre les leucémies chez l'enfant et celles chez l'adulte.

Dans d'autres pays, certaines populations vivent un rayonnement naturel beaucoup plus élevé que la moyenne mondiale d'environ 3mGy/an. Une comparaison approximative des rayonnements auxquels sont exposées différentes populations est donnée dans le **tableau 1**. La population en Chine qui fut exposée à environ 1 mGy/an fournit une référence pratique (Wei 1994). Bien que l'on ait pas bien étudié la plupart de ces populations, nous savons que certaines ont vécu en bonne santé avec des niveaux de rayonnement ionisant relativement élevés pendant plusieurs générations (Luckey 1991). La reproduction est normale et on n'observe aucune mortalité excessive par cancer ou maladie cardio-vasculaire. Chez certaines populations comme

