
SANTE ET RAYONNEMENT

**Effet cancérigène
des
faibles doses
de
rayonnement ionisant**

Janvier 1988

**Traduction effectuée par
Anghjulamaria CARBUCCIA,
Bella et Roger BELBEOCH**

Pour la commande des brochures, s'adresser à
B. Belbéoch,
5 Boulevard Henri IV, 75004 Paris
ou à la **CRII-RAD**
8, rue Louise Gémard, 26200 Montélimar

Collaboration
GSIEN / CRII-RAD

SOMMAIRE

Roger Belbéoch

9 - 24

Les effets biologiques des faibles doses de rayonnement .
Introduction .

Edward P. Radford

25 - 41

Résultats récents concernant les cancers radio-induits parmi
les survivants japonais des bombes A .

Nobotu Tatabe

43 - 54

Une estimation du risque relatif au rayonnement gamma pour
les survivants des bombes A, fondée sur les données
épidémiologiques les plus récentes et sur la dosimétrie
révisée .

Alice M. Stewart

55 - 64

Effets à long terme du rayonnement sur les survivants des
bombes A . Problèmes du risque qui ne sont pas liés au
nouveau système de dosimétrie .

Roger Belbéoch

65 - 73

Le système international de radioprotection est fondé sur des
données fausses .

CIPR 1987

75 - 80

Compte rendu de la réunion de la Commission
Internationale de Protection Radiologique à Côme en
septembre 1987. Extraits .

-
- Karl Z. Morgan** 81 - 104
Les estimations du risque par la CIPR . Un autre point de vue . Extraits .
- Patrick Green** 105 - 114
Le dossier de la Commission Internationale de Protection Radiologique . Extraits .
- Alice M. Stewart** 115 - 135
Effets à long terme des faibles doses de rayonnement ionisant sur les travailleurs et la population .
- Karl Z. Morgan** 137 - 145
Evaluation du risque dû à l'exposition aux rayonnements ionisants . Un autre point de vue .
- Alice M. Stewart** 147 - 159
Effets cancérogènes du rayonnement ambiant .
Les recommandations de la CIPR sont-elles fiables ?
- Carl J. Johnson** 161 - 182
Présentation de quelques études effectuées aux USA sur les faibles doses de rayonnement et le cancer .
- David Gee** 183 - 195
Les irradiations professionnelles et les arguments en faveur d'une réduction des doses limites

**Les effets biologiques
des faibles doses de rayonnement**

- INTRODUCTION -

Roger Belbéoch

**membre
du
GSIEN**



Depuis plus de quinze ans, le problème des effets biologiques des faibles doses de rayonnement a secoué les experts en radioprotection. Il y a quelque temps, le débat a repris et les enjeux sont maintenant des plus clairs. Il ne s'agit pas d'un débat académique car il concerne un élément essentiel, peut-être le plus important du dossier sur l'acceptabilité de l'énergie nucléaire, dès lors que les accidents majeurs dans les installations nucléaires sont reconnus comme possibles. Suivant la valeur que l'on attribue au facteur de risque biologique des faibles doses de rayonnement, cette énergie apparaît comme totalement inacceptable, acceptable mais avec des coûts exorbitants dus à la protection, ou bien "acceptable" avec des conséquences peu plaisantes pour la société (évacuation éventuelle de populations importantes, possibilité de perte de larges portions de territoire, grand nombre de morts par cancers différés et accroissement considérable du fardeau génétique ...etc...). Si les effets biologiques des faibles doses de rayonnement sont, ou peu importants ou totalement nuls, alors, sans conteste, l'énergie nucléaire pourrait être acceptable et les coûts considérables de la sûreté raisonnablement diminués (ce qui améliorerait considérablement la compétitivité économique de cette énergie actuellement sujette à maintes attaques de la part des industriels eux-mêmes).

Jusqu'à présent on a très peu parlé des effets biologiques des faibles doses de rayonnement dans les médias, même quand la polémique faisait rage dans les milieux d'experts entre les représentants de l'establishment médical et nucléaire et certains chercheurs indépendants. La situation a été admirablement résumée par le journal d'information "Le Monde" lorsqu'après l'accident de Three Mile Island il affirmait sans le moindre doute : "en-dessous de 25 rem, pas d'effets".

Tout d'abord il faut bien se rendre compte que le champ d'application des faibles doses est vaste. Il concerne en particulier :

1 / le domaine des doses reçues par les travailleurs de l'industrie nucléaire en dehors des situations accidentelles catastrophiques. Toute modification de la relation effet/dose devrait logiquement se répercuter sur les doses maximales légalement admissibles en radioprotection, avec les conséquences que l'on peut prévoir sur les coûts de construction et d'exploitation des installations nucléaires.

2 / c'est aussi le domaine des doses reçues par les populations vivant

au voisinage des installations nucléaires par suite des rejets contrôlés ou accidentels. La relation dose/effet devrait déterminer les autorisations de rejets des effluents radioactifs. Tout rejet non autorisé conduit à augmenter le traitement des effluents ainsi que le stockage des déchets. Une modification en baisse des autorisations de rejet compliquerait l'exploitation des installations nucléaires et augmenterait très notablement les coûts d'exploitation.

3 / les critères d'acceptabilité pour le stockage des déchets nucléaires dépendent (ou plutôt devraient dépendre) de l'importance des effets biologiques du rayonnement . C'est toute la gestion des déchets (y compris sa faisabilité) qui est concernée.

4 / le facteur de risque des faibles doses est l'élément essentiel pour la gestion d'un accident nucléaire grave. L'action brutale des très fortes doses de rayonnement ne peut conduire, en cas d'accident important, qu'à un nombre assez faible de victimes (bien que plus élevé que ce que l'on admettait généralement avant Tchernobyl). Il ne semble pas que ce soit cette raison qui donne à l'accident nucléaire grave son caractère de catastrophe. Le facteur de risque des faibles doses devrait être pris en compte dans les critères d'intervention . En particulier il devrait être essentiel pour la détermination tant des zones à évacuer que de l'urgence de cette évacuation. C'est ce facteur qui devrait jouer pour déterminer la durée pendant laquelle les territoires évacués ne seront pas utilisables.

5 / le bilan d'une catastrophe nucléaire du type Tchernobyl implique la contamination de tout un continent. Le bilan exact est strictement dépendant du facteur de risque des faibles doses lorsque les niveaux de contamination sur des dizaines d'années ont été évalués. Comme exemple concret signalons que les experts soviétiques avaient en août 1986 évalué le nombre de cancers mortels supplémentaires dus à la contamination post-Tchernobyl à 40 000 pour les 75 millions d'habitants de l'Ukraine et de la Biélorussie. Cette évaluation partait du facteur de risque admis officiellement par la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) de 125 cancers mortels supplémentaires pour un million de rem x homme de dose collective. Si l'on tient compte de la nouvelle estimation de la CIPR dans sa déclaration de Côme (1987), il faut multiplier ce nombre par 2. Le risque, s'il est

sous-estimé d'un facteur compris entre 10 et 30 comme le suggère la polémique entre les experts, porte le "coût" de Tchernobyl pour l'Ukraine et la Biélorussie, à un nombre de victimes compris entre 400.000 et 1.200.000 ! Le facteur de risque est donc tout à fait essentiel pour apprécier le bilan d'une catastrophe nucléaire.

La catastrophe de Tchernobyl a mis en évidence un problème nouveau. Jusqu'à présent l'attention s'était portée sur les deux extrêmes du spectre des doses : les fortes doses (supérieures à 300 rem) ont des effets aigus très spectaculaires dont l'intensité dépend des doses reçues. Les faibles doses, inférieures à 10 rem, dont les seuls effets biologiques reconnus sont l'induction à long terme de cancers et des effets génétiques sur les descendants des irradiés. Les évaluations faites par les experts soviétiques après Tchernobyl indiquent qu'un grand nombre de gens au voisinage du site ont reçu des doses de rayonnement externe allant jusqu'à 50 rem . D'autre part les intervenants que les autorités soviétiques ont envoyés sur le site pour gérer l'accident, les pilotes des hélicoptères qui survolèrent le réacteur, les chauffeurs des autobus qui évacuèrent les gens, les soldats qui durent décontaminer le site afin de permettre le redémarrage des réacteurs non endommagés, etc..., toutes ces personnes ont probablement reçu des doses qui, sans entrer dans ce qu'on appelle les fortes doses, n'en sont pas pour autant assez faibles pour qu'on les qualifie de faibles doses. Les doses allant de 10 à 100 rems n'ont jusqu'à présent pas été très bien étudiées. Si à ces niveaux le facteur de risque cancérigène par unité de dose semble être plus petit qu'aux faibles doses, cela ne signifie pas que l'effet global du rayonnement n'est pas plus important. En effet pour ces niveaux de dose il y a certainement des effets importants sur la morbidité qui devraient accroître les risques de mortalité pour un grand nombre de causes autres que le cancer. Ce domaine a été peu exploré car jusqu'à présent les données statistiques étaient insuffisantes. La catastrophe de Tchernobyl devrait, si les données sont correctement collectées et rendues publiques, permettre de préciser ces effets de morbidité pour ces niveaux de dose intermédiaires.

6 / le facteur de risque des faibles doses de rayonnement devrait être à la base des normes de contamination radioactive maximale des produits alimentaires. L'accident de Tchernobyl a mis en évidence dès les premiers jours une imprévoyance manifeste des autorités sanitaires en

ce qui concerne la contamination radioactive des aliments. Il est évident maintenant, que l'industrie nucléaire exige que les limites légales de contamination radioactive des aliments soient les plus élevées possibles. (C'est la France, le pays le plus nucléarisé d'Europe, qui exige les limites les plus élevées). Depuis des mois les experts officiels européens n'arrivent pas à se mettre d'accord sur ces limites. Le problème est de taille car il concerne la protection de la santé publique au niveau européen et le prix que nous devons payer pour utiliser l'énergie nucléaire. La discussion s'est maintenue dans le cercle fermé des experts officiels. L'indifférence quasi totale des médias en France permet à cette situation de secret de se maintenir avec beaucoup de facilité. Il est impossible de se procurer les rapports que les experts ont fournis aux gouvernements . Cependant il semble bien que les problèmes sanitaires posés par les effets des faibles doses de rayonnement sont assez secondaires dans les négociations où les principaux protagonistes sont les ministres de l'agriculture et ceux des affaires étrangères. Les ministres de la Santé semblent se soucier fort peu de ces problèmes de contamination radioactive des aliments. A force d'escamoter les effets biologiques du rayonnement on arrive à ne les envisager que sous leur aspect économique. Ceci est absolument intolérable si l'on a tant soit peu le souci de la protection de la Santé publique et de celle des individus et de leur descendance.

Les faibles doses concernent aussi, bien d'autres domaines. Par exemple le rayonnement médical. Jusqu'à présent les études de médecine ne permettent pas aux professionnels de la santé d'aborder d'une façon correcte le rayonnement médical. Le corps médical est dans l'ignorance quasi totale des problèmes débattus depuis très longtemps parmi les experts en protection radiologique. Et pourtant la multiplication des actes radiologiques, l'utilisation des rayons X pour le dépistage de masse devraient poser problème tant au niveau des principes (protection des individus ou protection sociale) que de l'efficacité des méthodes (la détection sauve-t-elle plus de personnes qu'elle n'en tue ?) Le fait de ne pas traiter ces problèmes n'est pas un oubli de notre part mais notre but était d'abord de traiter les problèmes généraux qui permettent de situer les divers problèmes concrets d'une façon plus réaliste.

Les propriétés fondamentales des faibles doses de rayonnement compliquent considérablement leur étude. Elles peuvent induire des cancers chez les irradiés et des défauts génétiques chez leurs descendants. Dans les deux cas, ces effets prennent la même forme que les cancers et les défauts que l'on peut observer naturellement, en dehors de toute irradiation artificielle. Il est donc impossible d'identifier individuellement ces effets. Il faut dénoncer comme une escroquerie flagrante toutes les déclarations de soi-disant responsables lorsqu'ils affirment que le bilan de l'énergie nucléaire est largement positif pour les maladies professionnelles en se fondant uniquement sur les cas de mortalité où la preuve est faite sans ambiguïté que le rayonnement est bien la cause de la mort. Seule une étude épidémiologique statistique permettrait de faire un bilan. Mais les données sont la propriété des promoteurs de l'énergie nucléaire. Cet aspect est tout à fait fondamental lorsque l'on veut traiter le problème des faibles doses.

La seconde caractéristique est le temps de latence très long avant que ces effets soient cliniquement observables, plus de 20 ans pour les cancers, une à plusieurs générations pour les défauts génétiques. Dans ces conditions, là encore, seule une étude statistique de données collectées sur un temps très long peut donner des résultats valables. Les responsables de la promotion de l'énergie nucléaire ont compris assez rapidement que ces statistiques de mortalité étaient hautement stratégiques et qu'en aucun cas elles ne devaient tomber sans précaution dans le domaine public. Le gouvernement américain a confisqué les données sur les travailleurs de l'installation nucléaire de Hanford dès que le Professeur Mancuso a commencé à les exploiter. Il maintient secrètes les archives concernant les données sur les travailleurs des autres centres nucléaires contrôlés par l'Etat. Un an et demi après la catastrophe de Tchernobyl le gouvernement soviétique n'a publié aucune donnée sur l'état sanitaire des 135 000 personnes évacuées autour du site. Et pourtant il y a eu depuis mai 1986 suffisamment de naissances dans cette population pour avoir quelques informations précises concernant l'effet à court terme du rayonnement sur la première génération issue d'une population d'irradiés. Au Japon, la Fondation (gérée conjointement par des fonds officiels américains et japonais) qui a la charge du suivi des survivants des bombes A d'Hiroshima et de Nagasaki, a refusé pendant de longues années tout accès à

ses données aux chercheurs indépendants. Ce n'est que récemment qu'elle a commencé à autoriser cet accès. Il faut insister sur le fait que dans ces divers cas il s'agit de données qui intéressent la santé publique mondiale et qui de ce fait ne peuvent pas être considérées comme la propriété personnelle d'un Institut ou d'un Etat.

Les études épidémiologiques sur les faibles doses de rayonnement posent des problèmes délicats qui peuvent introduire de nombreux biais. Le problème essentiel concerne la représentativité de la population prise comme référence pour évaluer la mortalité du groupe étudié. Quand il s'agit de travailleurs, la mortalité nationale moyenne n'est pas du tout représentative de gens sélectionnés à l'embauche. Les travailleurs des industries à risques sont généralement en bien meilleure santé que la moyenne nationale. Ne pas tenir compte de cet effet conduit à des aberrations énormes comme d'affirmer que le rayonnement n'est pas nocif car la mortalité par cancers chez ces travailleurs est inférieure à la moyenne nationale. On n'est pas loin de l'affirmation, il y a une dizaine d'années, d'un responsable du comité médical de l'EDF selon laquelle les faibles doses avaient un effet bénéfique !

En ce qui concerne les études sur l'effet du rayonnement naturel il faut bien voir qu'il est a priori absurde de vouloir comparer la mortalité par cancer dans des régions où le rayonnement est très important comme au Kérala (Inde), mais où les registres de mortalité n'existent certainement pas avec suffisamment de précision pour être utilisables, où la mortalité générale est élevée, ce qui ne laisse pas suffisamment de temps aux cancers radioinduits pour se développer et s'exprimer, avec la mortalité de régions où la radioactivité naturelle est beaucoup plus faible comme en France par exemple. Ceux qui utilisent de tels exemples exposent ouvertement leur mauvaise foi ou leur ignorance des problèmes. De nombreux facteurs affectent l'induction de cancers. Déterminer l'action spécifique d'un seul de ces facteurs (le rayonnement naturel par exemple) implique que l'on vérifie soigneusement que d'autres facteurs n'introduisent pas de biais notable (facteurs socio-économiques ou régionaux, régimes alimentaires...etc...). De ce fait très peu d'études sur l'effet cancérigène du rayonnement ambiant sont possibles. Celle d'Ujeno au Japon est l'une

d'entre elles car au Japon on trouve sur un territoire restreint une population assez grande et relativement homogène socialement. Elle a montré que certains cancers (de l'estomac par exemple) étaient corrélés avec le rayonnement naturel. L'autre étude importante réalisée par Alice Stewart en Grande-Bretagne porte sur l'influence du rayonnement naturel sur la mortalité par cancer chez les enfants. Trois éléments ont été particulièrement favorables à la conduite de cette étude :

- l'existence de mesures du rayonnement terrestre sur une grille à maille assez fine (10 km x 10 km)
- l'existence d'un vaste registre de mortalité par cancer qui contenait de nombreuses informations complémentaires (étude d'Oxford sur les enfants)
- le fait que l'action sur les fœtus ne soit importante que pendant une période assez courte, permet d'affecter à chaque cas une valeur du rayonnement terrestre en un lieu précis (le lieu de résidence au moment de la naissance). Le résultat de cette étude montre que le fœtus est particulièrement radiosensible et que la mortalité par cancer chez les enfants serait essentiellement due au rayonnement ambiant.

D'une façon générale, comme les temps de latence sont très longs, il est absolument nécessaire d'effectuer le suivi de mortalité de la population étudiée pendant très longtemps. Par exemple, toute étude faite sur une cohorte de travailleurs pendant la seule période de leur vie professionnelle (exclusion des retraités et des travailleurs ayant quitté l'entreprise) est entachée d'erreur et ne peut donner qu'une valeur sous-estimée du risque. Ceci est évident, mais il a fallu de nombreuses années pour convaincre les responsables médicaux de l'industrie nucléaire que les études ne portant que sur un ensemble de travailleurs en activité étaient biaisées. Cela a été le cas pour les premières études faites en Angleterre sur les travailleurs du centre de retraitement de Windscale (rebaptisé il y a quelques années Sellafield). En France, nos responsables, beaucoup plus prudents, se sont contentés de ne pas faire d'études du tout. Cela, évidemment, réduisait considérablement les risques de polémique.

Pour certaines études épidémiologiques, on ne connaît pas les doses soit parce que ces données n'existent plus, soit parce qu'elles ne sont pas administrativement accessibles, soit encore parce qu'on

renonce délibérément à en tenir compte. Dans ces cas on étudie la mortalité par cancers de cette population. Pour mettre en évidence un risque éventuel, on compare cette mortalité à la mortalité par cancer d'une population équivalente (pour les âges et les sexes) n'ayant pas subi d'irradiation. D'une façon générale, on ne connaît bien que la mortalité (pour les diverses causes) de la population nationale dans son ensemble ou pour de grandes régions. Mais cette population nationale est beaucoup trop générale pour servir de population de référence. En particulier, il est bien évident maintenant que les travailleurs des industries à haut risque sont en bien meilleure santé que la moyenne nationale. Cela se traduit par un taux de mortalité beaucoup plus faible. Pour certaines industries ce taux peut ne représenter que 40% de celui de l'ensemble du pays. C'est ce que l'on désigne par l'expression "l'effet du travailleur en bonne santé" (en anglais "healthy worker effect"). La sélection des travailleurs peut se faire aussi tout simplement par sélection naturelle, les travailleurs de santé médiocre abandonnant certains postes de travail pour trouver une activité moins pénible. Les deux effets peuvent se conjuguer. Ceci conduit souvent à un résultat paradoxal. Dans l'industrie nucléaire, certains groupes d'ouvriers peuvent être soumis à des risques élevés et la mortalité pour cette catégorie est plus faible que celle des cadres de la même industrie qui normalement ne sont pas soumis à des risques professionnels importants. Cela conduit à un effet inverse de celui des conséquences socio-économiques qui aboutit à des taux de mortalité plus bas pour le haut de la hiérarchie sociale. Ne pas tenir compte de cet effet introduit des erreurs grossières dans les résultats. On constate que la mortalité générale et la mortalité par cancers est notablement plus faible pour les travailleurs de l'énergie nucléaire que pour l'ensemble du pays. Conclure que le rayonnement pourrait être bénéfique, est évidemment stupide. Pourtant, ce n'est qu'assez récemment que les études officielles admettent qu'il faut tenir compte de cet effet de sélection. Une étude faite par l'Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire sur les travailleurs du CEA reconnaît cet effet de sélection pour toutes les causes de mort, sauf les cancers. Cette exclusion est faite par une simple déclaration a priori sans que celle-ci soit étayée par un test sur les données.

Une autre erreur, souvent commise dans les études des effets

cancérigènes du rayonnement, a été de ne regarder que le taux de mortalité générale. L'excès de cancers, quand il existait, se trouvait alors dilué parmi les autres causes de mortalité. L'excès des cancers pouvait compenser le défaut de mortalité générale dû à l'effet de sélection, on se trouvait alors avec une population d'apparence normale n'ayant subi aucun risque particulier. Ce genre d'erreur n'est maintenant plus admis, mais il a fallu de nombreuses années de polémique avec les responsables officiels de la Santé pour que ce point soit acquis.

Lorsque l'on connaît les doses de rayonnement reçues individuellement il n'est plus nécessaire d'avoir une population de référence extérieure au groupe étudié. Il est possible de chercher la corrélation entre les doses et la mortalité par cancers pour divers sous-groupes classés suivant les niveaux de dose. Il faut bien sûr effectuer des contrôles pour établir l'effet de paramètres comme le sexe et l'âge par exemple. La méthode est beaucoup plus précise statistiquement. Diverses irradiations autres que celles mesurées peuvent intervenir pour modifier l'incidence des cancers mortels. Si ces irradiations sont uniformément réparties parmi l'ensemble du groupe étudié, le coefficient de corrélation ne sera pas modifié. C'est le cas de l'irradiation par le rayonnement naturel ambiant et généralement celui des radiodiagnostic médicaux. Si elles ne sont pas uniformes elles peuvent rendre le résultat de la corrélation moins net, moins significatif, mais tant que ces irradiations parasites ne sont pas directement corrélées aux doses reçues dont on tient compte, il n'y a pas d'erreur systématique dans les résultats. Cela augmente simplement le "bruit de fond" et affecte éventuellement la précision. Le cas de la contamination interne est particulier car si elle est importante chez certains travailleurs on peut la supposer corrélée aux niveaux des doses externes enregistrées qui traduisent en fait des niveaux d'exposition au risque. Il est important dans ce cas d'effectuer des tests statistiques pour s'assurer que ce paramètre ne biaise pas le résultat d'une façon significative.

L'évaluation officielle du facteur cancérigène du rayonnement est essentiellement fondée sur l'étude des survivants japonais de Hiroshima et Nagasaki. Les autorités internationales chargées de fixer les normes de radioprotection se sont essentiellement appuyés sur cette

étude considérant, quasiment a priori, comme non valables toutes les études qui pouvaient la contredire. Cette étude, dès le début a été l'objet de critiques quant à la représentativité de la population étudiée. La catastrophe que représentent les bombardements de Hiroshima et de Nagasaki a produit chez les survivants une sélection, seuls les individus de santé exceptionnelle ayant des chances de survie, les faibles disparaissant assez rapidement.

Au début des années 80 deux faits nouveaux sont survenus. Tout d'abord il s'est avéré que la dosimétrie était totalement fautive. De plus le facteur de risque s'appuyait sur la mortalité observée jusqu'en 1974 chez les survivants. Cela supposait que le temps de latence pour les cancers radioinduits était inférieur à 30 ans. Ceci est assez vrai pour la leucémie mais totalement faux pour les autres tumeurs malignes. Depuis 1974 l'excès de cancers radioinduits n'a cessé de croître et, pour la plupart des cancers, il n'est pas encore observé de tendance à la décroissance. Tout ceci bouleverse complètement les concepts sur lesquels les systèmes de radioprotection sont fondés. Dans l'ancienne évaluation la "meilleure" représentation était un modèle à seuil : en-dessous d'une certaine dose (environ 100 rem) aucun effet notable n'était visible. Ce modèle n'ayant aucun fondement théorique avait été rejeté par la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) qui adopta le modèle linéaire. La CIPR avança comme raison du choix linéaire un "souci de prudence" afin d'assurer une meilleure protection. elle n'avait aucun argument pour adopter un autre modèle. Mais pour atténuer la contrainte que comportait ce modèle sans seuil, la Commission insistait toujours pour indiquer que son modèle exagérait considérablement l'effet cancérigène aux faibles doses. Ceci était un encouragement à utiliser le modèle à seuil tellement utile pour faire croire à l'innocuité totale du rayonnement aux doses faibles. Le discours de la CIPR a bien été perçu dans ce sens par tous ceux qui se déclaraient experts officiels ès radiation. On voit maintenant la valeur scientifique de cette attitude, alors que de nombreuses études convergent vers un modèle supra-linéaire. Aucun fait actuellement ne peut justifier une allusion quelconque à un modèle à seuil. Pour la leucémie où la courbe représentative comporte une forte composante quadratique à coefficient positif, on peut introduire une notion de seuil ; mais celui-ci est si faible qu'en pratique tout se passe comme s'il n'y

en avait pas. Et pourtant le discours officiel n'a pas changé. Nos experts officiels ne semblent pas avoir lu les rapports récents de la Fondation RERF officiellement chargée d'évaluer l'effet des rayonnements sur les survivants japonais. Ils ne semblent pas avoir lu non plus les derniers "statements" de septembre 1987 issus de la réunion à Côme de la CIPR qui reconnaît explicitement que pour certains cancers il n'y a plus de seuil, pour les autres elle n'avance pas de modèle à seuil mais réserve à plus tard son jugement. La Commission reconnaît que le facteur de risque cancérigène a été sous-estimé mais elle n'a pas jugé utile de modifier corrélativement les doses maximales admissibles. Elle ne voit pas de raison de presser le mouvement et se réserve le droit de le faire en 1990 ! Pendant ce temps, travailleurs et population continueront à être "protégés" par un facteur de risque cancérigène reconnu totalement erroné ! La santé publique ne semble pas la préoccupation majeure de la CIPR. Il faut dire que l'opinion publique ne pèse pas lourd sur cette commission. Les médias n'ont pas rendu compte de l'importance de cette réunion de la CIPR en septembre 1987. Il est certain que si l'opinion publique ne se soucie pas des problèmes de Santé aucun effort ne sera fait par les instances internationales d'experts pour gêner le développement de l'énergie nucléaire.

Nous pensons que le débat sur les faibles doses de rayonnement concerne la Santé publique et qu'à ce titre il ne doit pas être le privilège exclusif des experts. Il y a polémique sur l'importance du facteur de risque cancérigène ; nous pensons que les citoyens doivent en connaître les composantes et cela à partir de textes scientifiques. C'est pourquoi nous en avons sélectionnés quelques uns que nous avons traduits (malheureusement la quasi totalité des articles concernant la radioprotection est en langue anglaise dès lors qu'on exige une qualité scientifique correcte).

Le texte d'Edward Radford présente une évaluation récente du suivi des survivants japonais, faite à partir des données elles-mêmes. Il montre les changements considérables qui interviennent non seulement sur la valeur numérique du facteur de risque mais aussi sur les concepts mêmes de la radioprotection (prise en compte de l'incidence des cancers non mortels dans l'évaluation du détriment des irradiations, nécessité de différencier le facteur de risque suivant divers groupes

d'âge, accroissement du risque par unité de dose pour les doses les plus faibles). Edward Radford donne un facteur de risque 8 fois plus fort que celui admis officiellement jusqu'à présent. A partir des données actuelles, le risque de mortalité par cancer serait ainsi 4 fois plus fort que celui reconnu par les experts des comités chargés de fixer les normes de radioprotection.

L'article de N. Tatabe donne quelques précisions sur les nouvelles données concernant les survivants japonais. En particulier on y voit clairement que les effets du rayonnement des bombes A ne sont pas encore terminés actuellement. Cela laisse donc prévoir que le facteur de risque cancérigène qu'on déduit de cette étude devrait encore croître dans l'avenir.

La lettre ouverte d'Alice Stewart aux membres de la Commission Internationale de Protection Radiologique résume et précise les critiques qu'elle formule à l'égard de l'étude des survivants japonais. Le groupe étudié n'est pas représentatif d'une population normale. Des précautions doivent être prises dans l'exploitation des données lorsqu'on veut en déduire le facteur de risque pour des populations courantes.

Le texte extrait de la Gazette Nucléaire 56/57 de décembre 1983 résume la "ténébreuse affaire" de la dosimétrie dans l'étude des survivants japonais, telle qu'on a pu l'entrevoir à partir des articles publiés dans les revues scientifiques spécialisées. Cette affaire montre avec quelle légèreté les experts officiels ont traité les problèmes de radioprotection concernant la santé publique mondiale. Il est regrettable qu'un tel scandale n'ait pas eu plus de répercussion.

La traduction de quelques extraits du compte rendu de la dernière séance plénière de la CIPR en septembre 87 à Côme montre comment cet organisme réagit (ou plutôt ne réagit pas) lorsque les données sur lesquelles il est censé s'appuyer sont modifiées par des résultats scientifiques nouveaux. Il faudra attendre quelques années dans le meilleur des cas pour que la Commission essaie de mettre à jour ses recommandations. Nous avons traduit le chapitre de ce compte rendu relatif à l'influence du rayonnement sur le développement mental. C'est là un exemple flagrant d'un détrimet qui n'est pas pris en compte par la CIPR pour évaluer les dommages des irradiations. Aucune indication n'est donnée qui permettrait de prévoir

dans quel sens la CIPR a l'intention de modifier ses concepts en ce qui concerne cet effet.

L'article de Karl Morgan apporte des témoignages sur les lacunes particulièrement graves dans le fonctionnement de la CIPR. Ces témoignages proviennent d'un ancien président de la Commission Principale de la CIPR et qui de plus a été un des pionniers de ce qu'on appelle aux Etats-Unis la Physique Médicale (Health Physics).

L'article de Patrick Green est extrait d'une étude très détaillée et remarquablement bien documentée qui montre comment au début du développement des programmes nucléaires civils et militaires la CIPR envisageait son rôle en radioprotection. Il s'agissait plus pour ses membres les plus influents de protéger les promoteurs de l'énergie nucléaire que de défendre et protéger la santé publique.

Alice Stewart, dans son article sur les effets à long terme des faibles doses de rayonnements ionisants sur les travailleurs et sur la population résume les résultats importants trouvés sur le suivi des travailleurs de l'usine nucléaire de Hanford par l'équipe Mancuso-Stewart-Kneale. Les premiers résultats de cette étude publiée en 1977 ont déclenché une violente polémique (sauf en France où l'on préféra s'abstenir de tout commentaire afin d'éviter un quelconque débat). L'étude montrait que l'effet des faibles doses n'avait pas de seuil et que le facteur de risque cancérigène était au moins 10 fois supérieur à ce qui était admis par la CIPR. De nombreuses critiques furent avancées. Curieusement la quasi totalité des revues internationales spécialisées publièrent les critiques mais refusèrent de publier les réponses, elles allèrent même jusqu'à publier des critiques à des articles qui ne furent jamais acceptés pour publication ! La référence aux résultats de l'étude sur les survivants japonais était inlassablement avancée comme une véritable incantation. On a vu comment cette étude était biaisée et même se fondait sur des données totalement faussées. Les évaluations faites à partir des données récentes sur les survivants japonais montrent que le facteur de risque est plus proche des résultats de Mancuso, Stewart et Kneale que celui avancé initialement par les responsables de l'étude sur les survivants japonais. L'histoire de l'étude sur les travailleurs de Hanford est exemplaire pour comprendre les dessous de la radioprotection internationale et le pouvoir occulte des experts officiels sur la presse scientifique. De véritables listes noires furent

dressées.

Karl Morgan, dans son article sur l'évaluation du risque dû à l'exposition aux rayonnements ionisants dresse d'une façon synthétique l'histoire de l'effet cancérogène des faibles doses avec ses implications pour la radioprotection.

Alice Stewart a terminé récemment une étude importante sur l'effet cancérogène du rayonnement naturel ambiant. Elle met en évidence la radiosensibilité particulièrement forte du fœtus. Ceci, bien sûr, devrait être pris en compte pour déterminer les limites d'intervention en cas d'accident grave dans les installations nucléaires. Les femmes enceintes constituent un groupe à risque important pour lequel des mesures particulières devraient être envisagées dans les plans d'intervention.

Carl Johnson présente quelques études qu'il a été amené à effectuer dans le cadre de ses responsabilités de médecin Inspecteur de l'Hygiène. Il a mis en évidence que les normes dites admissibles en ce qui concerne la contamination interne par le plutonium conduisaient à un risque cancérogène particulièrement élevé et par là même inacceptable. Son activité inlassable pour mieux protéger les populations et les travailleurs contraste avec la légèreté, voire l'indifférence, des pouvoirs publics en matière de radioprotection. Le souci de protéger l'industrie nucléaire dans ses programmes militaires et civils semble avoir été la préoccupation majeure des autorités de Santé. En France nous n'avons pas d'exemple de ce genre où des responsables régionaux de la santé publique se soient inquiétés des rejets au voisinage des installations nucléaires, que ce soit à La Hague, à Marcoule ou autour des centrales nucléaires. Un texte du professeur P. Pellerin, le directeur du Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants (qui dépend du ministère de la Santé) et de son adjoint J.P. Moroni, publié en janvier 1974 dans les Annales des Mines montre bien quel était le souci majeur des responsables de la Santé quand le programme français d'électronucléarisation massive fut lancé en 1974. Ces deux "responsables" reprenaient à leur compte une analyse faite par l'Organisation Mondiale de la Santé en 1958 sur les "questions de santé mentale que pose l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques". Ils rappelaient l'opportunité "de ne pas développer de façon

excessive les mesures de sécurité dans les installations nucléaires afin qu'elles ne provoquent pas une anxiété injustifiée." Il ne semble pas que l'examen critique des études épidémiologiques afin d'assurer une radioprotection efficace des populations, ait fait partie des capacités de ces "responsables".

Enfin l'article de David Gee donne le point de vue d'un syndicaliste concernant les concepts qui auraient dû être pris en compte pour établir une véritable protection des travailleurs de l'énergie nucléaire. Dès l'origine tout a été fait pour minimiser le facteur de risque. Chaque fois qu'un point était discutable, les responsables officiels adoptaient une position favorable à l'industrie nucléaire au détriment des travailleurs. A aucun moment on n'a fait jouer le bénéfice du doute pour les travailleurs. Nous aurions certainement dû consacrer un chapitre spécial au problème des travailleurs de l'énergie nucléaire en France et des problèmes spécifiques qui se posent.

Tous ces textes abordent le problème des effets cancérigènes des faibles doses de rayonnement mais ils n'épuisent pas le sujet de l'ensemble des effets biologiques. En effet des questions que la catastrophe de Tchernobyl a réactivées (ou aurait dû réactiver) n'y sont pas traitées. D'abord les effets génétiques. Il y a très peu de données sur ce sujet en dehors d'une expérimentation sur les animaux dont la transposition pour l'homme est particulièrement douteuse. Pourtant des données existent. Elles sont la propriété du gouvernement américain (DOE). Dans les archives concernant les 298.000 travailleurs de l'énergie nucléaire dépendant de DOE, il existe des données (probablement les seules valables) concernant l'effet du rayonnement sur la première génération issue des travailleurs qui ont été irradiés. Elles ont été enlevées au professeur Mancuso avant qu'il ait pu les exploiter. Ces données font partie du patrimoine international et à ce titre le gouvernement américain n'a aucun droit moral pour les considérer comme sa propriété. Il est particulièrement scandaleux que les experts scientifiques membres des organismes internationaux chargés de la fixation des normes de radioprotection ou de l'évaluation des études en vue de la fixation de ces normes (CIPR, OMS, UNSCEAR, Comité BEIR ...etc...) ne soient pas intervenus pour obliger le gouvernement américain à

rendre publiques les données qui concernent la santé publique du monde entier. De même les données déjà existantes sur les évacués de la région de Tchernobyl devraient permettre certaines vérifications particulièrement urgentes sur les effets génétiques du rayonnement ainsi que sur la radiosensibilité des foetus. Une action des organismes qui se disent "responsables", vis à vis du gouvernement soviétique pour que les données soient accessibles à tout chercheur indépendant, pourrait donner une crédibilité à leurs déclarations et à leurs recommandations.

Enfin la catastrophe de Tchernobyl a mis en évidence la pauvreté de nos connaissances en ce qui concerne les problèmes de la contamination interne par les divers radioéléments relâchés dans l'atmosphère par les réacteurs nucléaires en détresse. Bien plus grave est la constatation que les pouvoirs publics dans la quasi totalité des pays n'ont rien fait pour étudier sérieusement les effets des retombées de Tchernobyl. L'argument est toujours le même : le rayonnement a priori ne comporte aucun danger, il n'y a donc pas lieu de procéder à de quelconques études qui ne pourraient qu'être source d'angoisse inutile pour les populations. Pour l'effet de la contamination interne par l'iode, le césium, le strontium, la sous-estimation est certaine et les pouvoirs publics ne sont pas disposés à entreprendre des études qui pourraient en faire la preuve. L'existence d'un laboratoire indépendant de mesure de la radioactivité (la CRII-RAD) a permis de mettre en évidence que les retombées radioactives de la catastrophe de Tchernobyl ont été beaucoup plus importantes que ce qu'ont prétendu les services officiels. Il est maintenant difficile aux pouvoirs publics de camoufler totalement la contamination radioactive de l'environnement. L'existence d'une **Fondation pour l'évaluation des effets biologiques du rayonnement** qui serait, comme la CRII-RAD, totalement indépendante de l'Etat et soutenue par des fonds issus de la population, permettrait de franchir une nouvelle étape. C'est probablement, pour la population dans son ensemble et pour les travailleurs le moyen le plus efficace d'empêcher que la sécurité soit sacrifiée. Cela permettrait d'établir les bases pour effectuer un bilan véritable de l'énergie nucléaire.

Résultats récents
concernant les cancers radio-induits parmi les
 survivants japonais des bombes A

Edward P. Radford

Professeur adjoint d'épidémiologie
Université de Pittsburg

Ce texte a été présenté par E.P. Radford à la conférence sur les effets biologiques des rayonnements ionisants qui s'est tenue à Londres en novembre 1986. Cette conférence, présidée par Sir R. Southwood, membre de la très officielle institution britannique, National Radiological Protection Board, a été organisée conjointement par Friends of the Earth (UK) et Greenpeace International, sous la direction du Docteur Robin Russell Jones (FOE-UK). Les proceedings de cette conférence où "officiels" et "opposants" se sont succédés, sont publiés dans le livre "Radiation and Health" Robin Russell Jones et Richard Southwood. Ed. John Wiley and Sons, (1987).



RESUME

L'étude prospective sur les survivants des bombardements atomiques de Hiroshima et de Nagasaki utilise comme population témoin les personnes qui étaient assez loin des points d'impact pour ne pas avoir été irradiées, mais qui étaient dans les villes au moment des bombardements. Les données relatives aux doses d'irradiation sont encore en cours de révision. Les nouvelles évaluations montrent que les résultats pour les deux villes peuvent être combinés, car l'irradiation par les neutrons rapides a été faible et identique pour les deux villes. Les nouvelles doses pour les tissus sont environ la moitié de celles adoptées antérieurement. L'effet de nombreux co-facteurs pouvant affecter les taux de cancers a été évalué, par exemple l'irradiation médicale, le tabac, la maternité, le régime alimentaire, l'exposition au radon à l'intérieur des maisons.

Les données les plus récentes de l'étude appuient les conclusions suivantes :

- (a) La relation dose-réponse est compatible avec une ligne droite passant par l'origine, même pour le groupe des doses les plus faibles (environ 3 rad) ;
- (b) La sensibilité à l'induction de cancers varie considérablement suivant les tissus irradiés ;
- (c) La plupart des cancers montrent un effet du rayonnement encore croissant 40 ans après l'irradiation ;
- (d) A Hiroshima on constate encore un petit excès de leucémie parmi ceux qui ont été irradiés ;
- (e) L'excès de cancers de la thyroïde est actuellement en régression ;
- (f) L'effet du tabac s'ajoute à celui du rayonnement pour l'incidence des cancers du poumon ;
- (g) Certaines tumeurs bénignes sont corrélées au rayonnement

(h) Les enfants qui avaient moins de 10 ans au moment des bombardements présentent actuellement pour les cancers le risque relatif le plus fort, comparés aux autres survivants à des âges identiques. Si ce dernier effet persistait, il serait nécessaire d'introduire des coefficients spécifiques de l'âge pour le risque cancérogène. Pour les jeunes enfants irradiés il pourrait être assez élevé.

L'étude sur les survivants des bombardements atomiques de Hiroshima et Nagasaki se poursuit depuis 40 ans, c'est l'étude prospective la plus vaste jamais entreprise en épidémiologie humaine. Pour définir les effets des faibles doses de rayonnements, l'étude des survivants des bombes A est particulièrement importante, car elle concerne un groupe de personnes de tous âges et des deux sexes qui étaient raisonnablement en bonne santé avant l'irradiation. Parmi les survivants identifiés en 1950 et qui ont été inclus dans la population étudiée, la dose moyenne aux tissus pour ceux qui ont été exposés à 1 rad ou plus, est environ 20 rad. Ainsi beaucoup de résultats sont spécialement utilisables pour les effets des faibles doses de rayonnement, contrairement à l'opinion habituelle selon laquelle les résultats issus de l'étude sur les survivants des bombes A concernent essentiellement les fortes doses.

Jusqu'à une époque récente, on pensait que le type d'irradiation était significativement différent pour les deux villes. A Hiroshima, la bombe à uranium 235 était supposée avoir produit une plus forte proportion de neutrons rapides au point d'impact que la bombe de Nagasaki au plutonium 239. Les réévaluations les plus récentes de la dosimétrie [1,2] ont cependant indiqué que la répartition des neutrons rapides en fonction de la distance au point d'impact était sensiblement la même pour les deux villes. Les doses de rayonnement gamma dans l'air continuent à être sensiblement plus fortes à Nagasaki qu'à Hiroshima pour des distances équivalentes. Les neutrons sont maintenant en trop faibles quantités dans les deux villes pour fournir des bases sûres pour attribuer les différences observées à la qualité des irradiations.

De plus, le blindage que constituaient, pour les rayons gamma, les maisons et autres bâtiments où la plupart des survivants se trouvaient au moment de l'irradiation avait été initialement sous-estimé. Le nouveau système de dosimétrie conduit à une réduction des doses (d'environ un facteur 2) par suite de la réduction de la dose neutron et l'augmentation du blindage pour les rayons gamma.

Avec cette nouvelle dosimétrie, la relation dose/réponse pour les cancers induits par le rayonnement est très voisine pour les deux villes (à environ 3 % près). Ainsi les résultats des deux villes peuvent être combinés, ce qui conduit à une amélioration statistique de l'estimation du risque cancérigène.

La population étudiée par la Radiation Effects Research Foundation (RERF, Fondation pour la recherche sur les effets du rayonnement) afin d'évaluer les effets à long terme des rayonnements ionisants, est l'échantillon de la "Life Span Study", dite LSS (étude qui s'étend sur toute la durée de vie de tous les individus de la cohorte). Le suivi de cet échantillon commença en octobre 1950. L'échantillon LSS comprend des personnes qui vivaient à Hiroshima ou Nagasaki au moment du recensement des survivants des bombes A, effectué par le gouvernement japonais en 1950. Tel qu'il a été défini à l'origine, l'échantillon comprenait :

- (1) La plupart des personnes en vie à cette époque et qui, à l'instant du bombardement de l'une ou l'autre ville, étaient à moins de 2.500 mètres de l'impact ;
- (2) Un échantillon de personnes qui étaient entre 2.500 et 10.000 mètres de l'impact à l'instant du bombardement ;
- (3) et un échantillon de personnes qui n'étaient pas en ville ou qui étaient au-delà de 10.000 mètres.

Les deux derniers échantillons furent obtenus en les appariant par sexe et âge avec un groupe de survivants qui étaient à moins de

2.000 mètres de l'impact dans chaque ville. L'échantillon d'origine a été étendu récemment (en 1982) en y adjoignant environ 11.400 résidents de Nagasaki faiblement irradiés (2.500 à 10.000 mètres) pour lesquels les données complètes du suivi étaient disponibles. Telle qu'elle est habituellement définie et en excluant ceux qui n'étaient pas dans les villes au moment des bombardements, la population totale étudiée comprend actuellement 93.614 personnes (61.911 pour Hiroshima et 31.703 pour Nagasaki). Environ un tiers de ces personnes sont mortes entre 1950 et 1982. L'analyse des données utilise comme groupe de contrôle (population non exposée) ceux qui étaient à 3.000 mètres et au-delà des points d'impact (donc ceux dont les doses étaient inférieures à 0.5 rad).

Un sous-ensemble important de l'étude LSS est constitué par la population de l'étude sur la santé des adultes (cette étude est dite AHS : Adult Health Study) pour laquelle des évaluations cliniques ont été effectuées de façon extensive et continue depuis 1958 . Ce groupe a été sélectionné de façon à comporter une grande proportion d'individus fortement irradiés et un échantillon aléatoire de survivants ayant reçu des doses plus faibles. En 1958 un total de 19.962 personnes furent sélectionnées parmi l'ensemble complet tel qu'il était alors défini. Parmi elles, 16.738 ont été examinées au moins une fois avant la fin de 1978. En 1977 un groupe de 2.436 personnes a été ajouté au sous-groupe AHS initial et plus de 60 % d'entre elles ont été examinées une fois dans les quatre ans qui suivirent. Toutes les personnes du sous-groupe AHS qui vivaient dans les deux villes ou dans leur voisinage ont été incitées à venir tous les deux ans faire évaluer d'une façon détaillée leur état de santé, ce qui incluait une histoire médicale, un examen, des mesures en laboratoire et des études cliniques spéciales si cela était nécessaire. Cette population a été utile pour détecter les effets du rayonnement sur la fréquence des tumeurs bénignes en fonction des doses reçues.

Les données de mortalité pour le groupe LSS ont été obtenues par des vérifications périodiques du système japonais des bureaux locaux d'enregistrement familial (Honseki). Ces bureaux archivent des évènements de la vie familiale tels que naissances, mariages, morts, etc,