

**Communiqué au nom de la Commission XIII
(Santé publique – Epidémiologie – Environnement)**

Irradiation médicale, déchets, désinformation : un avis de l'Académie de médecine

**GUY DE THÉ
MAURICE TUBIANA ***

L'Académie de médecine, préoccupée par les problèmes que posent à l'opinion l'irradiation médicale, les déchets radioactifs et certaines informations erronées que ces sujets suscitent, estime utile de donner un avis fondé sur des données objectives.

L'homme est exposé aux rayonnements ionisants

Depuis les origines, la vie s'est développée dans un bain de rayonnements ionisants auxquels elle s'est adaptée. Ces rayonnements ont une origine cosmique ou proviennent de la croûte terrestre où, depuis la création de la Terre, demeurent les isotopes instables d'éléments de très longues demi-vies physiques : thorium, uranium, potassium, rubidium. Il en résulte une exposition naturelle externe et interne comportant différents types de rayonnements.

La présence de radionucléides dans l'environnement de l'homme aboutit à une radioactivité moyenne d'environ 10 000 Bq (0,2 mSv) dans le corps humain [La définition des unités et des sigles est reportée dans le glossaire en fin de texte. Sauf indication contraire les doses exprimées en Sv représentent des doses efficaces.], essentiellement due aux carbone 14 et potassium 40 soumis aux mécanismes homéostatiques conditionnant les activités cellulaires K dépendantes. L'exposition moyenne continue de l'homme aux sources naturelles est évaluée à 2,4 mSv/an en dose efficace. Il existe cependant des variations importantes en fonction de l'altitude et de la nature des sols, allant de 1 à

10 mSv, et atteignant 100 mSv dans de larges régions comme le Kerala en Inde ou la ville de Ramsar en Iran¹. Ces variations naturelles ont des composantes multiples incluant des émetteurs internes à tropisme pulmonaire comme le radon, rénal comme l'uranium, osseux comme le radium, et osseux, hépatique et systémique phagocytaire comme le thorium dont le comportement et les caractéristiques radiologiques sont voisins de ceux du plutonium.

Al'irradiation naturelle s'est ajoutée, depuis la fin du XIX^e siècle, une irradiation médicale diagnostique délivrant en moyenne 1 mSv/an mais avec des variations allant de moins de 1 mSv/an à plus de 20 mSv/an.

Enfin depuis 1950, il faut ajouter des irradiations d'origine industrielle – notamment celle liée à la production d'électricité par énergie nucléaire (extraction et traitement de l'uranium, fonctionnement des réacteurs, rejets et déchets) correspondant à une exposition de l'ordre de 0,01 à 0,02 mSv/an – et celles des autres sources naturelles dont le charbon à 0,01 mSv/an. Par ailleurs, les essais nucléaires en atmosphère contribuent à une exposition moyenne de 0,005 mSv/an et l'accident de Tchernobyl à 0,002 mSv/an¹.

A dose égale, les effets biologiques des différents types de rayonnements ionisants sont identiques

* Groupe de rédaction, G. de Thé, A. Aurengo, R. Masse, M. Tubiana.

que leur origine soit naturelle ou artificielle.

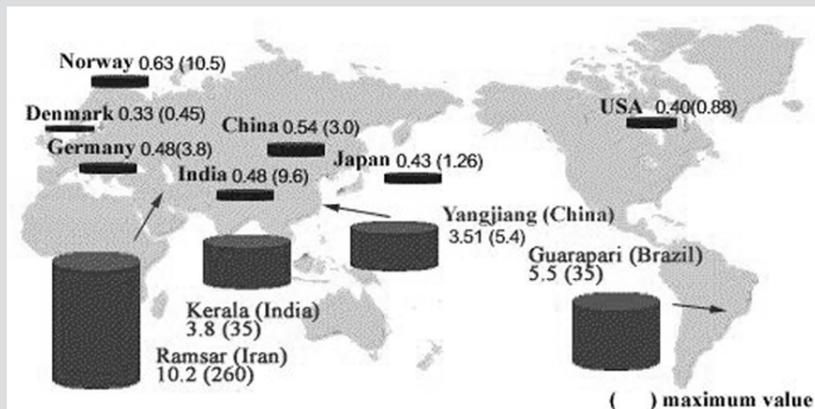
L'exposition des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants (200 000 en France dont plus de la moitié dans le secteur médical) aboutit en France à une exposition moyenne de 2 mSv/an (OPRI rapport

annuel) avec moins de 1 % dépassant la limite réglementaire moyenne de 20 mSv/an. A l'exception des irradiations diagnostiques, ces expositions sont caractérisées par de faibles débits de dose, proches d'irradiations à caractère continu. Cet aspect les distingue nettement des irradiations

accidentelles et thérapeutiques qui s'effectuent à fort débit, conduisant à l'accumulation instantanée de lésions moléculaires qui perturbent les mécanismes cellulaires de réparation constitutifs, à partir de quelques mGy absorbés en quelques minutes².

Les programmes de démantèlement des centrales nucléaires* et les programmes de transport, de stockage et d'entreposage des déchets sont des activités qui conduisent à de faibles augmentations des doses délivrées aux populations à très faibles débits de dose¹ (de l'ordre de 0,005 µSv/an¹ pour l'iode 129 par exemple), essentiellement par le transfert dans la chaîne alimentaire de divers radionucléides ayant tous une très longue demi-vie, aboutissant soit à une exposition homogène du corps entier, comme dans le cas du potassium 40 naturel, soit à une exposition hétérogène où dominent l'exposition du tube digestif, de l'os, du foie et du rein, comme dans le cas des isotopes naturels de l'uranium et du thorium. Il est donc légitime d'évaluer les risques de ces pratiques en fonction de ce que l'on sait résulter des expositions naturelles élevées auxquelles sont soumises des populations de plusieurs millions de résidents.

L'irradiation naturelle de Ramsar



Ramsar, dans le nord de l'Iran, a une particularité étonnante. On trouve dans cette région les doses les plus élevées d'irradiation naturelle dans le monde : jusqu'à 260 mSv/an, plus de cinq fois la dose autour de la centrale de Tchernobyl, treize fois la dose maximale que la norme fixe pour les travailleurs du nucléaire, plus de quatre cent fois le supplément de radioactivité reçu en moyenne par les Français en 1986 du fait de l'accident de Tchernobyl ! Cette radioactivité est essentiellement due au radon 226 et à ses produits de décroissance, apportés à la surface terrestre par l'intermédiaire de sources chaudes, dont plusieurs sont transformées en centre de cure qui font la joie des résidents comme des touristes. L'autre source principale de rayonnement est liée aux dépôts de travertine qui contiennent des niveaux élevés de thorium et un peu d'uranium. La population vivant dans ces zones de très forte radioactivité naturelle est évidemment un sujet d'étude très intéressant pour ceux qui recherchent l'impact des rayonnements ionisants sur la santé. Javad Morzavani, un chercheur iranien qui travaille à l'université japonaise de Kyoto, a publié les premiers résultats de ces études. Comme toutes celles qui ont procédé en faisant l'épidémiologie du cancer dans les régions à forte irradiation naturelle, elles semblent confirmer l'existence d'un effet d'homéostasie. Autrement dit, la prévalence du cancer est plutôt plus faible dans les régions fortement irradiées. Mortavazi ne s'est pas contenté d'épidémiologie : il a prélevé des lymphocytes chez les habitants et les a soumis à une forte dose de 1,5 gray de rayons gamma. Il a pu noter que cette irradiation provoquait beaucoup moins d'aberrations chromosomiques que sur les lymphocytes appartenant à un groupe témoin, habitant non loin de là. Dans un article écrit pour le site de l'Association des écologistes pour le nucléaire (www.ecolo.org), Mortavazi conclut : « Nos résultats préliminaires suggèrent que des expositions prolongées à de très hauts niveaux de rayonnement naturel pourraient induire une résistance au rayonnement chez les individus exposés, ce qui entraîne des implications intéressantes pour de nombreux aspects de la politique de radioprotection. »

Emmanuel Grenier

Références

- Mortavazi S.M.J *et al.*, « Is low level pre-irradiation of human lymphocytes an absolutely beneficial phenomenon. A report on the extra-ordinary synergism. », *Kowsar Medical Journal*, Vol. 5, n°4, 235-240, 2000.
- Ghiassi-Nejad M. *et al.*, « Very high background radiation areas of Ramsar, Iran : Preliminary Biological Studies », *Health Physics*, 82 (1) : 87-93, 2002.

Les conséquences sanitaires de l'exposition de l'homme à quelques mSv

S'il existe des données³ établissant que l'exposition naturelle élevée est associée chez l'adulte à un taux accru d'aberrations chromosomiques des lymphocytes circulants, indicateur d'exposition, on n'a détecté aucune augmentation globale du risque de cancer⁴ ni augmentation des malformations congénitales⁵, ni anomalies cytogénétiques induites chez les nouveau-nés⁶ dans la population bien surveillée du Kerala en Inde particulièrement exposée à l'irradiation externe et à la contamination par le thorium. Des conclusions identiques sont obtenues dans les populations chinoises exposées⁷⁻⁸.

* Dans l'hypothèse d'un démantèlement après refroidissement du cœur du réacteur.

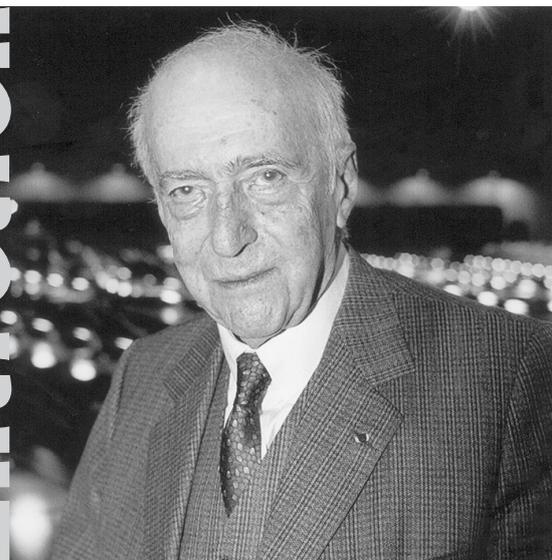
Enfin comme le remarque le NCRP aux Etats-Unis⁹ : « *Il est important de remarquer que l'incidence des cancers dans la plupart des populations exposées à de faibles suppléments de doses de radiation n'a pas été trouvée augmentée et que dans la plupart des cas, cette incidence semble avoir été réduite.* »

L'hypothèse d'un risque cancérigène induit par de faibles doses et débits de dose est fondée sur l'extrapolation de données obtenues pour des groupes humains fortement exposés, postulant que le risque global est constamment proportionnel à la dose reçue sans être limité par un seuil. Cette hypothèse se heurte à de nombreuses objections scientifiques¹⁰ et est contredite par les données expérimentales¹¹ et épidémiologiques. Dans les groupes ayant reçu plus de 200 mSv chez l'adulte et 100 mSv

chez l'enfant, une augmentation des cancers a été observée : survivants de Hiroshima et Nagasaki, patients irradiés, travailleurs du nucléaire, populations de l'Oural contaminées par les déchets nucléaires. On n'a pas observé d'excès de cancers pour les doses inférieures, un doute demeure toutefois dans le cas d'irradiation pour radiographie *in utero* à partir de 10 mSv car les données épidémiologiques sont contradictoires¹². Ceci ne permet pas d'exclure l'existence d'un effet pour des doses inférieures en raison des limites de précision statistiques. Néanmoins, il faut rappeler que la théorie linéaire sans seuil est contredite par l'observation des cancers osseux induits par le radium 226 et des cancers du foie induits par le Thorotrast, qu'elle n'est pas compatible avec les leucémies induites à Hiroshima et chez les patients traités par l'iode

radioactif¹⁻¹⁰⁻¹²⁻¹⁴. Par ailleurs l'étude épidémiologique historique des radiologues britanniques pour la période 1897-1997¹⁵ vient d'établir que pour les radiologues inscrits après 1954, il n'existe pas d'excès de cancers chez ces praticiens par rapport à leurs confrères non radiologues, la tendance conduisant plutôt à un déficit, comme dans le cas des populations envisagées par le NCRP⁹. Il en est de même pour de nombreux groupes de travailleurs professionnels exposés aux rayonnements ionisants notamment les manipulateurs de radiologie : alors que la fréquence des cancers était augmentée chez eux pendant la période où aucune mesure de radioprotection n'était prise, les excès de cancers ont disparu quand les doses ont été réduites aux normes (50 mSv/an) en vigueur jusqu'en 1990¹². Par ailleurs, aucune modifi-

Entretien



Maurice Tubiana est président de l'Académie de Médecine. Il est également membre de l'Académie des Sciences, dont il préside le Comité Environnement. Celui qui fut l'un des pionniers de la radiobiologie en France était particulièrement bien placé pour nous parler de ce document, dont il est l'un des auteurs.

Expliquez-nous la raison de ce communiqué de l'Académie de médecine ?

Maurice Tubiana : Il était important de remettre les choses au point sur l'irradiation naturelle et sur les faibles doses de rayonnements ionisants. Nous souhaitons également contribuer à lutter contre la désinformation qui continue à circuler autour des effets de l'accident nucléaire de Tchernobyl. Loin de s'atténuer avec le temps, ces désinformations grossis-

sent pour atteindre des proportions inimaginables. Enfin, nous voulions revenir sur l'énorme disproportion existant entre les moyens consacrés à la radioprotection en irradiation médicale et ceux consacrés à la radioprotection en milieu industriel.

La réforme du système français de radioprotection qui vient d'être décidée par le gouvernement peut-elle contribuer à réduire ce fossé ?

M. Tubiana : Je considère que la réforme n'est pas terminée tant que le président de la nouvelle institution – l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaires – n'est pas nommé. Les choses vont dépendre beaucoup de la personnalité du président. Le risque est grand de voir la radioprotection française placée sous le contrôle d'ingénieurs n'ayant guère de compétences en ce domaine. La disproportion dont je parlais tout à

cation du sex-ratio n'a été observée chez les 46 000 enfants nés de père travaillant dans l'industrie nucléaire britannique¹³.

Ces observations, associées aux données biologiques récentes, montrant la complexité et la diversité des mécanismes moléculaires et cellulaires qui contrôlent la survie cellulaire et la mutagenèse en fonction de la dose et du débit de dose¹⁻²⁻¹²⁻¹⁴⁻²⁰, ôtent toute rationalité scientifique à une extrapolation linéaire qui surestime très largement les effets des faibles doses et des faibles débits de dose. On ne peut pas additionner les expositions de quelques mSv/an, et *a fortiori* de 0,02 mSv/an, délivrées à un grand nombre d'individus (pratique de la dose collective) pour estimer le risque d'excès de cancers. L'Académie de médecine, rejoignant la position des grandes institutions internationales, voudrait ferme-

ment rappeler que de tels calculs n'ont aucune validité scientifique notamment pour évaluer les risques associés à des irradiations telles que celles provoquées en dehors de l'ex-Union soviétique par les retombées de Tchernobyl¹⁶⁻²².

Le rapport UNSCEAR 2000 et la controverse avec l'OCHA

La catastrophe de Tchernobyl a provoqué à ce jour environ 2 000 cancers de la thyroïde chez les enfants, avec à ce jour une dizaine de décès, essentiellement par exposition à l'iode 131 et aux isotopes de l'iode de période courte. Les doses délivrées à la thyroïde étaient en moyenne de l'ordre de 1 Gy et 3 Gy dans les régions les plus exposées¹⁷.

Cet effet cancérigène est donc en accord avec l'ensemble de nos connaissances. Aucune augmentation des affections thyroïdiennes qui puisse être imputée aux retombées de Tchernobyl, n'a été constatée en dehors de l'Union soviétique, par exemple en Pologne ou dans les autres pays limitrophes.

En 2000, l'UNSCEAR a conclu à l'absence d'excès de leucémies et de cancers autres que celui de la thyroïde dans la population autour de Tchernobyl ; il n'a pas retenu non plus de relation entre les expositions aux rayonnements et les malformations congénitales dans ces populations¹. Cette conclusion avait été mise en doute en 2001 par l'OCHA, organisme humanitaire de l'ONU, mais la publication de l'OCHA a suscité une réponse du comité l'UNSCEAR qui seul a la compétence médicale et scientifique pour parler



l'heure pourrait encore s'aggraver.

Ce communiqué est-il lié à l'apparition de phénomènes de radiophobie dans le secteur hospitalier, similaire à ce qui se passe autour de l'industrie nucléaire ?

M. Tubiana : Nous n'avons constaté aucun phénomène de ce type. Par contre, les moyens pour la protection des malades sont très réduits. Il nous faut mettre en place une meilleure formation des médecins en ce domaine et une plus grande surveillance dosimétrique. Cela ne coûterait vraiment pas cher. Mais si nous consentions quelques investissements, très réduits au regard de ce qui se fait dans l'industrie nucléaire, nous pourrions aller beaucoup plus loin et réduire la dose moyenne d'un tiers. Il est inadmissible que si peu de moyens soient consacrés à la réduction de la dose délivrée par le secteur médical, alors qu'elle représente en France 95 % de l'irradiation ajoutée à l'irradiation naturelle.

L'autre point sur lequel insiste votre communiqué est celui de la recherche sur les effets des rayonnements ionisants...

M. Tubiana : Là encore, les moyens sont très insuffisants, d'autant plus que l'on pourrait en tirer des enseignements fondamentaux pour

la lutte contre le cancer. Nous savons aujourd'hui qu'il existe trois moyens de défense de l'organisme contre le cancer : les mécanismes de réparation de l'ADN cellulaire, l'apoptose (mort programmée) des cellules cancéreuses et les mécanismes de destruction des radicaux libres. Ces trois moyens de défense sont valables aussi bien pour les agents cancérigènes chimiques que pour les rayonnements ionisants.

On a pu démontrer que les doses faibles entraînent une activation des gènes qui commandent la destruction des radicaux libres et stimulent les deux autres mécanismes de défense. Ces réactions, déclenchées à doses faibles, protègent l'organisme. Il n'est pas impensable que l'on puisse obtenir une diminution des cancers si l'on pouvait stimuler ces réactions de façon contrôlée. Tout ceci nécessite bien sûr encore d'énormes efforts de recherche. Mais alors que le département américain de l'Énergie dépense plusieurs centaines de millions d'euros dans ce domaine, l'Europe est à la traîne pour des raisons purement idéologiques : on ne finance rien de ce qui peut remettre en cause la « relation linéaire sans seuil » [c'est-à-dire l'idée qu'il n'y a pas d'effet de seuil dans le danger cancérigène des rayonnements io-

nisants, et qu'une très faible dose entraîne un risque très faible et non nul, NdIR]. En France, il conviendrait de dépenser 5 à 10 millions d'euros sur ce sujet.

Votre communiqué évoque, sans toutefois l'approuver explicitement, l'hypothèse de l'hormesis, selon laquelle des faibles doses auraient un effet protecteur. Pouvez-vous en dire davantage ?

M. Tubiana : J'estime que l'hormesis est désormais démontrée chez l'animal. La méta-analyse faite par Philippe Duport à l'université d'Ottawa est très parlante à cet égard. Des études ont pu démontrer, par exemple, que des animaux ayant reçu de faibles doses d'irradiation et soumis ensuite à des agents cancérigènes chimiques ont développé moins de cancer que les animaux d'un groupe témoin soumis seulement au cancérigène chimique. Pour ce qui est de l'homme, on ne peut encore se prononcer, même si des indices forts existent pour aller dans ce sens. Nous en citons d'ailleurs quelques-uns dans notre communiqué. Le but des recherches que je viens d'évoquer serait justement d'avancer dans notre compréhension de ce phénomène d'hormesis. ■

au nom de l'ONU et de l'OMS sur ce sujet¹⁸. Une conférence a donc réuni à Kiev en juin 2001, l'OMS, l'OCHA, l'UNSCEAR, l'ICRP et l'AIEA et les conclusions en ont été publiées¹⁷. Bien que la situation sanitaire soit alarmante en raison de la détérioration générale des conditions sanitaires et sociales, notamment en Belarus, ces observations ne contredisent pas les conclusions de l'UNSCEAR, car cette détérioration semble être liée aux conditions de vie des populations déplacées, ainsi qu'à des facteurs psycho-sociologiques. Différentes questions ont été soulevées qui font apparaître la nécessité de recherches sur l'épidémiologie des situations de catastrophe comportant de multiples facteurs susceptibles d'altérer la santé des populations : c'est ce que recommande la conférence de Kiev¹⁷.

Il est possible de réduire l'exposition humaine aux rayonnements ionisants, en particulier d'origine médicale, ceci nécessite des moyens.

Les examens radiologiques représentent, de très loin, la principale cause d'irradiation d'origine humaine (dose efficace environ 1 mSv/an en France). La récente directive 97/43 de l'Union européenne introduit, à ce sujet, deux notions capitales : l'optimisation (réduire autant que possible la dose par examen) et la justification (évaluer le bénéfice et le risque de chaque examen et ne le pratiquer que s'il est avantageux). Ces principes nécessitent donc l'évaluation des doses efficaces reçues par le sujet examiné et les risques afférents. Or, selon les examens et les techniques utilisées, les doses efficaces varient d'une fraction de mSv à plusieurs dizaines de mSv (examen au scanner ou radiologie interventionnelle) et les risques varient très largement selon l'âge. Une surévaluation des risques pourrait priver un enfant d'un examen utile, inversement une sous-évaluation pourrait favoriser la multiplication d'actes radiologiques peu utiles. L'Académie conseille donc, dans une première étape :

- de s'attacher à l'étude et à l'évaluation des examens dont les risques potentiels sont les plus grands : scanners chez les sujets jeunes, multiplication des examens radiologiques chez les prématurés,

radiologie interventionnelle ;

- de promouvoir les techniques susceptibles de réduire ou de supprimer l'irradiation sans nuire à la qualité de l'information clinique et de stimuler les recherches techniques et fondamentales dans ce domaine ;

- d'effectuer des études épidémiologiques sur des groupes de patients, notamment d'enfants, ayant reçu des doses les plus importantes du fait des examens radiologiques ;

- de favoriser la formation initiale et permanente des cliniciens en matière de radioprotection.

Il est inadmissible, alors que l'irradiation d'origine médicale représente en France 95 % de l'irradiation ajoutée à l'irradiation naturelle, que si peu de moyens soient consacrés à sa réduction tandis que la radioprotection en milieu industriel bénéficie de crédits élevés.

Il est souhaitable de définir les priorités sanitaires en matière de déchets.

En dehors de ce contexte quelques recommandations peuvent être faites concernant la problématique des déchets en matière de santé. Il paraît indispensable de soutenir l'ef-

fort épidémiologique portant sur les populations exposées naturellement à un niveau élevé, de même que sur celles portant sur les populations de l'ex-Union soviétique massivement exposées aux déchets nucléaires et aux autres polluants.

Dans le cadre des études des dangers liés aux déchets, les isotopes à prendre en compte prioritairement devraient faire l'objet d'un inventaire non en fonction de la dose collective qui en résulterait mais en fonction des doses individuelles potentielles, car les doses collectives calculées à partir de doses individuelles inférieures à quelques microsieverts ne peuvent avoir aucune signification sanitaire.

Un effort national significatif devrait être entrepris, comme celui effectué dans le cadre d'un programme du DOE aux Etats-Unis, sur les mécanismes biologiques impliqués dans la réponse cellulaire au-dessous de 100 mSv, en particulier pour ce qui concerne la réparation de l'ADN, la signalisation cellulaire et la transmission dans la descendance de séquences codantes et non codantes d'ADN parental modifiées par l'irradiation.

Glossaire

Bq ou becquerel, la radioactivité caractérisée par une désintégration par seconde. Dans le corps humain, 10 000 Bq de radioéléments naturels délivrent une dose de 1 DARI qui est égale à une dose équivalente de 0,2 mSv.

Gy ou gray, la dose absorbée correspondant à 1 Joule par kg.

Sv ou sievert, est l'unité de dose équivalente obtenue en faisant le produit de la dose absorbée par le coefficient de pondération propre aux rayonnements (1 : pour les rayonnements X, bêta et gamma ... 20 : pour les alpha). La dose efficace est le produit de la dose équivalente par le coefficient de pondération propre aux tissus (0,05 pour la thyroïde... 1 pour le corps entier) ; elle est donc le résultat d'une double pondération ; l'équivalent du DARI en dose efficace est également fixé à 0,2 mSv, l'essentiel de la dose étant réparti de manière homogène dans tout l'organisme.

AEN-OCDE : Agence de l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération pour le développement économique.

AIEA : Agence internationale de l'énergie atomique.

DARI : Dose annuelle de radioactivité incorporée, recommandation de G. Charpak.

DOE : Department of Energy (Etats-Unis).

ICRP : International Commission on Radiation Protection.

NCRP : National Commission on Radiation Protection (Etats-Unis).

OCHA : Office for the Coordination of Humanitarian Affairs.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

UNSCEAR : United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.

RECOMMANDATIONS

L'Académie de médecine

– recommande d'accentuer l'effort de radioprotection dans le domaine des examens radiologiques, d'une part pour réduire les doses reçues au cours de certains examens (scanner chez l'enfant, radiologie interventionnelle, clichés pulmonaires chez les prématurés, etc.) et, d'autre part, pour permettre aux services de radiologie, notamment en radiopédiatrie, de pouvoir recourir au concours d'un personnel compétent en dosimétrie et capable d'assurer le contrôle de qualité des appareillages, comme cela a été fait pour les mammographes utilisés pour le dépistage des cancers du sein. Elle recommande également pour réduire les doses reçues par les sujets examinés, de soutenir la recherche technique et clinique en ce domaine et de développer la formation.

– recommande un effort de recherche fondamentale sur les mécanismes biologiques mis en œuvre par la réparation des lésions de l'ADN après des doses inférieures à 100 mSv et sur les effets de ces doses sur les échanges de signaux moléculaires intra et intercellulaires.

– dénonce l'utilisation de la relation linéaire sans seuil pour estimer l'effet de doses inférieures à quelques mSv (de l'ordre de grandeur des variations de l'irradiation naturelle en France) et *a fortiori* des doses cent fois inférieures, telles que celles liées aux déchets radioactifs, ou vingt fois inférieures comme celles imputables en France aux retombées radioactives consécutives à l'accident de Tchernobyl. Elle s'associe à de nombreuses institutions internationales pour dénoncer l'utilisation abusive du concept de la dose collective à cette fin, ces procédures n'ayant aucune validité scientifique, même si elles paraissent être commodes à des fins administratives.

– souscrit aux conclusions du rapport 2000 du Comité scientifique des Nations unies (UNSCEAR) en matière d'analyse des conséquences sani-

taires de l'accident de Tchernobyl, et dénonce la propagation d'allégations selon lesquelles les retombées radioactives auraient entraîné une augmentation des cancers autres que celui de la thyroïde ainsi que des excès de malformations congénitales.

– recommande l'introduction du DARI comme sous-unité pratique de dose équivalente [Le DARI est la Dose reçue par l'organisme humain en un an du fait de la radioactivité naturelle incorporée, essentiellement potassium 40 et carbone 14]. Cette dose, égale à 0,2 mSv, a l'avantage d'être à peu près constante quelle que soit la corpulence de l'individu et la région géographique.

– rappelle qu'elle recommande, conformément à l'avis qu'elle avait donné le 3 octobre 2000²¹, la transposition sans modification de la directive européenne concernant la dose limite (100 mSv/an). Lui substituer une dose limite de 20 mSv réduirait la flexibilité de la norme européenne, tout en n'apportant aucun avantage sanitaire, et nuirait au fonctionnement des services de radiologie médicale en rendant plus difficile la mise au point de nouvelles techniques.

L'Académie, saisie dans sa séance du mardi 4 décembre 2001, a adopté le texte de ce communiqué à l'unanimité. ■

Bibliographie

1. UNSCEAR : Sources and effects of ionizing radiation, Report to the general assembly with annexes, United Nations 2000.
2. Feinendegen L., Pollycove M.- Biologic response to low doses of ionizing radiation : detriment versus hormesis. *J. Nuclear Medicine*, 2001, 42, 7, 17N-27N et 26N – 37N.
3. Beir V.- Committee on the biological effects of ionizing radiations. Health effects of exposure to low levels of ionizing radiations. US National Academy of sciences, NRC, Washington, 1990.
4. Nair M.K., Nambi K.S., Amma N.S., Gangadharan P., Jayalekshmi P., Jayadevan S., Cherian V., Reghuram K.N.- Population study in the high natural background radiation area of Kerala, India. *Radiat Res*, 1999, 152, 145-148S.
5. Jaikrishnan J. et al.- Genetic monitoring of the human population from high level natural radiation areas of Kerala on the southwest coast of India. Prevalence of congenital malformations in newborns. *Radiat Res*, 1999, 152, 149-153S.
6. Cheryan V.D. et al.- Genetic monitoring of the human population from high level natural radiation areas of Kerala on the southwest coast of India incidence of numerical and structural chromosomal aberrations in the lymphocytes of newborns. *Radiat Res*, 1999, 152, 154-158S.
7. Tao Z.J.- *Radiat Res* (Tokyo), 2000, 41 Suppl :31-4.
8. Wei L.X., Sugahara T.- High background radiation area in china. *J. Rad. Research* (Tokyo), 2000, 41, suppl. 1-76.
9. National Council on Radiation Protection and Measurements – Evaluation of the linear – Non threshold model for ionizing radiation – NCRP report 136, Bethesda 2001.
10. Académie des Sciences – Problèmes liés aux effets des faibles doses de radiations ionisantes. Rapport 34, oct 1995.
11. Tanooka H.- Threshold dose-reponse in radiation carcinogenesis, an approach from chronic irradiation and a review of non-tumour doses. *Int. J. Radiat. Biol.*, 2001, 77, 541-551.
12. IARC 2000.- Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human, vol 75, ionizing radiation - IARC, Lyon, France.
13. Maconochie N., Roman E., Doyle P., Davies G., Smith P.G., Beral V.- Sex ratio of nuclear industry employees'children. *Lancet*, 2001, 357, 1589-1591.
14. Académie des Sciences – Colloque Risques cancérigènes dus aux rayonnements ionisants – Comptes-Rendus Académie des Sciences, Série III, 322, 81-256, 1999
15. Berrington A., Darby S.C., Weiss H.A., Doll R.- 100 years of observation on British radiologists mortality from cancer and other causes 1897-1997. *British Journal of Radiology*, 2001, 74, 507-519.
16. Colloque de Warrenton : Bridging radiation policy and science (K.L. Mossman et al edit) 2000.
17. AIEA, document de synthèse Belarus, Ukrainien et Russe 2001 : Health effects of the Tchernobyl accident.
18. Holm L.E. (UNSCEAR Chairman.- Chernobyl effects. *Lancet*, 2000, 356, 344.
19. Directive européenne 97/43 sur les examens radiologiques, 1997.
20. Avis Académie Nationale de Médecine – Energie nucléaire et santé. *Bull. Acad. Natle Med.*, 1999, 183, 1233-1246.
21. Thé G. (de).- Communiqué sur la radioprotection. *Bull Acad. Natle Med.*, 2000, 184, 1571-1573.
22. AEN - OCDE.- Comité CRPRH - Rapport sur la radioprotection. Paris 2000.