

Les rayonnements ionisants et la santé

La radioactivité :

Un atome est dit radioactif s'il contient un excès de protons ou de neutrons dans son noyau. Il cherchera alors à s'en débarrasser jusqu'à retrouver un état plus stable. Le noyau instable peut, pour expulser des particules exédentaires, émettre un rayonnement α (alpha). Ce rayonnement est composé de 2 protons et 2 neutrons. Il peut aussi émettre un électron, on parle alors d'un rayonnement β (béta). Le noyau résiduel contient souvent un surcroît d'énergie libéré par l'émission d'un photon, on parle de rayonnement γ (gamma). Les rayonnements ionisants sont, par définition, des rayonnements possédant une énergie suffisante pour provoquer l'ionisation de la matière traversée. Les rayonnements α , β , γ , sont des rayonnements ionisants. Les protons, les neutrons, les rayons X sont aussi des rayonnements ionisants.

Les sources naturelles de radioactivité : (la radioactivité est aussi un phénomène naturel)

- Le rayonnement cosmique (il augmente avec l'altitude. le personnel navigant des compagnies aériennes y est exposé).
- le rayonnement tellurique (dû au sous-sol). Le radon (gaz radioactif naturel) issu de l'uranium pose un réel problème de santé publique (il est reconnu dans de nombreux pays comme étant la deuxième cause de décès par cancer du poumon après le tabac).
- les éléments radioactifs naturellement présents dans le corps humain (tritium, carbone 14, potassium 40...).

Les sources artificielles de radioactivité :

- Les retombées des explosions nucléaires atmosphériques
- Les hôpitaux, industries pharmaceutiques, centres de recherches
- Les navires à propulsion nucléaire
- l'impact de Tchernobyl
- L'immersion des déchets radioactifs (aujourd'hui interdite)
- De nombreux objets de notre vie quotidienne (bornes lumineuses, détecteur d'incendie, optique,...)
- Les rejets des centres de traitement ou de fabrication du combustible des centrales nucléaires
- Les centrales nucléaires (qui disposent d'autorisation de rejets).

Modes d'exposition :

Pour comprendre les effets d'une exposition aux rayonnements ionisants, il est important de connaître quelques termes et tout d'abord, le mode d'exposition. Il peut s'agir d'une irradiation. L'irradiation, c'est l'exposition à une source radioactive qui est extérieure à l'organisme (passer une radiographie, par exemple, c'est être irradié). Dans le cas de l'exposition à une source radioactive qui est incorporée dans l'organisme (par ingestion, inhalation, injection,...) on parle de contamination (ou d'irradiation interne). Dans certains cas une personne contaminée peut présenter un risque d'irradiation pour son entourage (cas de certains patients ayant subi une injection de produits radioactifs).

Les périodes :

L'activité d'une quantité donnée de radioéléments diminue progressivement du fait de la transformation des noyaux instables en noyaux stables. Pour mesurer ce phénomène, on a recours à la notion de période physique : C'est le temps nécessaire pour que l'activité d'un radioélément diminue de moitié. Ce temps est propre à chaque radioélément. Par exemple : la période physique de l'iode 131 est de 8 jours, celle du césium 137 : 30 ans, celle du plutonium 239 : 24 000 ans. A l'issue d'une période, l'activité d'une quantité donnée de radioélément aura diminuée de moitié, au bout de 2 périodes, l'activité aura été divisée par 4, etc.

Pour toute substance radioactive ou non il existe une notion de période biologique, c'est à dire le temps nécessaire pour que l'organisme élimine la moitié de la quantité de l'élément initialement incorporé. La période biologique mesure le temps de transit, le "turn over", d'un élément déterminé. Les effets sur l'organisme d'une contamination par une substance radioactive seront donc fonction de la période radioactive et de la période biologique. La période effective tient compte de ces deux notions (si T_{eff} est la période effective, T_p la période physique et T_b la période biologique alors : $1/T_{eff} = 1/T_p + 1/T_b$).

Les effets biologiques

Equivalent de dose :

A doses absorbées égales, certains rayonnements sont plus nocifs que d'autres. Pour tenir compte de

cette différence, on doit parler d'équivalent de dose. Il s'obtient en pondérant la dose absorbée par un "facteur de qualité"(Q). H étant l'équivalent de dose et D la dose absorbée : $H = D \times Q$
Le facteur de qualité sera de 1 pour les rayons x, gamma et bêta, il sera de 10 pour les neutrons et de 20 pour les particules alpha. Les dégâts occasionnés par un rayonnement radioactif sur l'organisme s'exprimeront en Sievert (Sv) ou en REM (ancienne unité). 100 Rems = 1 Sievert.

Les effets biologiques du rayonnement seront fonction de différents facteurs :

- La dose absorbée. Elle est définie par l'énergie transférée à l'unité de masse et s'exprime en Gray (1 Gray = 1 joule par kilogramme). Ancienne unité : Le Rad (1 Gray = 100 Rads). Plus la dose est forte, plus l'effet sera important.
- Les tissus ou organes irradiés. En effet, les différents organes ne sont pas également sensibles aux rayons. Ces différences nécessitent, pour évaluer l'effet d'une dose donnée, l'application de coefficients spécifiques à chaque organe. On parle ainsi d'équivalent de dose efficace. Concernant les risques d'induction d'un cancer par exemple, les tissus les plus radio sensibles se trouveront au niveau de la thyroïde, des seins, de la moelle osseuse, et des poumons.
- La nature du rayonnement. Les neutrons et les particules alpha sont, à dose absorbée égale, plus dangereux que les rayons X ou gamma.
- Le facteur temps. Il faut aussi tenir compte de la distribution dans le temps de la dose. Elle peut être massive et de courte durée ou bien faible mais continue. L'effet des rayons est cumulatif dans le temps (on parle de dose engagée).

La fragilité du vivant

La vie n'est rendue possible, que par la finesse et la fragilité des édifices moléculaires qui constituent nos cellules. En comparaison, les rayonnements ionisants sont beaucoup plus énergétiques : L'énergie à l'origine de l'émission d'un rayonnement est, en moyenne, un million de fois supérieure à celle qu'il faudrait pour détruire une molécule...

Au niveau cellulaire

Les rayonnements émis lors de la désintégration d'un élément radioactif peuvent provoquer l'ionisation des atomes (en traversant la matière vivante, ils arrachent des électrons aux atomes) ou détruire les fragiles liaisons qui assurent la cohésion des atomes. Tous les constituants de la cellule peuvent être touchés mais c'est l'action du rayonnement sur la molécule d'ADN (constituant des chromosomes) qui a le plus d'importance.

La cellule est équipée de puissants outils de réparation, elle peut donc réagir et rétablir la structure initiale de la molécule il s'agira alors d'une réparation fidèle. Mais si les différents systèmes de réparation sont saturés, la cellule utilise alors un "système SOS" qui va lui permettre de réparer la lésion et de sauvegarder la vie cellulaire. Cependant, cet outil ne respecte pas forcément la structure initiale de l'ADN, nous sommes dans le cas d'une réparation fautive.

Ces lésions peuvent entraîner, suivant leur intensité et la spécificité des cellules touchées :

- La mort cellulaire. Cette mort peut être sans conséquence si la cellule est remplacée, cependant, si un grand nombre de cellules sont détruites au sein d'un organe, la fonction de cet organe pourra être plus ou moins perturbée.
- Des mutations génétiques. Ces mutations atteignant les bases azotées de l'ADN, c'est le cœur du chromosome qui est atteint. Ces mutations touchant des cellules sexuelles peuvent provoquer des mutations touchant la première génération, si la mutation est dominante ou les générations suivantes si la mutation est récessive.
- Des aberrations chromosomiques. Ces mutations concernent la forme ou le nombre des chromosomes. Il peut s'agir de rupture de brins de chromosomes, de doublement ou de perte de certains fragments, etc.

Ces mutations et aberrations chromosomiques peuvent, si elles touchent des cellules somatiques (non sexuelles) provoquer des phénomènes de cancérisation. Si les cellules sexuelles sont touchées, des risques de malformations génétiques existent alors.

Lors du développement in utero

Cette phase est particulièrement critique en ce qui concerne l'action des rayonnements ionisants. Le stade de développement atteint au moment de l'irradiation conditionne en grande partie la nature des dommages occasionnés.

Ainsi, durant la Phase de pré-implantation (de 0 à 8 jours après la fécondation) : l'œuf sera tué par l'irradiation ou se développera sans problème. C'est le "tout ou rien".

Plus tard, lors de la Phase de l'organogenèse (constitution des organes) de 9 à 60 jours. Chaque tissu

passer par des périodes de radiosensibilité maximale qui correspondent à la phase de différenciation et d'organisation de ce tissu. La mort cellulaire à un moment où les cellules sont encore peu nombreuses peut entraîner un arrêt du développement de l'organe ou d'une de ses parties et donc une anomalie majeure telle une malformation de l'organe ou une altération du système nerveux central.

Enfin, durant la Période fœtale (60 à 270 jours). La fréquence et la gravité des malformations diminuent alors que les retards mentaux, les défauts de croissance et la fragilité postnatale augmentent. Ceci s'explique en partie par un dysfonctionnement thyroïdien ou par une atteinte des cellules nerveuses en formation. Durant cette période, un léger retard de développement dû à des troubles de la sécrétion des hormones de croissance par la glande thyroïde aurait pour conséquence une augmentation de la mortalité postnatale par insuffisance respiratoire. Une exposition aux radiations ionisantes dans les deux derniers stades du développement in-utéro est, de plus, susceptible d'induire des cancers de l'enfance.

Lors de la croissance de l'enfant

Durant la période de la croissance, l'organisme de l'enfant sera particulièrement sensible aux rayonnements ionisants. C'est, au sein de l'organisme, une époque de division très intense (les cellules en division sont les plus radio sensibles). De plus, les dommages provoqués au niveau de la thyroïde (étant donné l'importance de son rôle sur le métabolisme en général) peuvent avoir de nombreuses incidences sur le développement de l'enfant.

Les effets des fortes doses de radioactivité :

Ils sont reconnus par l'ensemble des scientifiques. Ces effets se manifestent à partir d'une dose seuil et quel que soit le sujet exposé (on parle d'effets déterministes). La gravité des effets dépend directement de la dose reçue.

Au delà de 50 Sv environ (5000 rems) : A ces niveaux de dose très exceptionnels, les effets sont quasiment immédiats. Ils sont regroupés sous le terme de syndrome nerveux.

Aucune thérapeutique n'est possible et la mort survient dans les 48 h du fait de lésions vasculaires, myélite, méningite, encéphalite.

Pour des doses supérieures à 1 Sv (100 rems) : 2 syndromes principaux se manifesteront avec des effets plus ou moins importants selon les doses :

Le syndrome intestinal sera le premier à se manifester (au 10^{ème} jour environ après l'irradiation). Il est lié à la destruction des cellules souches qui assurent le renouvellement des cellules intestinales. Il se manifestera par de graves désordres électrolytiques, diarrhées, infections... La durée de vie des cellules intestinales, explique le délai qui existe entre l'irradiation et la manifestation de ces effets .

Le syndrome médullaire se manifeste plus tard (aux environs du 30^{ème} jour). La DL 50 (dose létale 50 soit la dose responsable du décès de la moitié d'une population exposée) se situe aux environs de 3 à 4 grays en l'absence de traitement 60 jours après une irradiation totale. Ce syndrome est dû à la destruction des cellules souches du sang (elle sont contenues dans la moelle osseuse). Ces cellules étant à l'origine des globules rouges, des globules blancs et des plaquettes, leur disparition va entraîner la mort par leucopénie (manque de globules blancs, éléments fondamentaux des défenses de l'organisme), thrombopénie (manque de plaquettes, éléments indispensables à la coagulation). Le malade succombera aux infections et aux hémorragies.

L'exposition à de fortes doses de radioactivité pourra aussi provoquer des brûlures cutanées. Leur pronostic dépendra de leur profondeur et de leur gravité. Une dose de quelques grays provoque un érythème transitoire (l'équivalent du "coup de soleil"), une dose de 10 à 15 grays provoquera une ulcération (destruction de la peau). Les mêmes mécanismes que précédemment cités pour les syndromes médullaires et intestinaux sont en cause : la destruction des cellules souches entraînera l'apparition d'une ulcération aux environs de la 2^{ème} et de la 3^{ème} semaine.

Les effets des faibles doses de radioactivité :

Selon les auteurs, en deçà de 100 à 250 mSv (10 à 25 rems).

Si les fortes doses de radioactivité ne concernent qu'un nombre très restreint de personnes (dans des situations accidentelles la plupart du temps), il n'en est pas de même pour les faibles doses. Du fait de la radioactivité naturelle et artificielle, c'est l'ensemble de la population qui est exposée à ces faibles doses. Pour un ordre de grandeur, en France, l'exposition à la radioactivité naturelle délivre des doses moyennes de 1 à 2 mSv

Lorsque les cellules sexuelles sont touchées, il existe un risque de malformation. Les effets génétiques sont encore très mal connus. L'estimation de leurs effets sur l'Homme est tirée d'observations faites sur des animaux à reproduction rapide.

L'atteinte des cellules somatiques (non sexuelles) exposera à un risque d'induction de cancers.

La proportion entre risque de malformation et cancer est estimée à 1 effet génétique grave pour 3 cancers radio induits

D'autres effets existent. Ainsi, l'apparition de certaines tumeurs bénignes est corrélée à la dose reçue. On remarque aussi une baisse de l'immunité, des affections thyroïdiennes, anémies, cataractes... L'exposition aux faibles doses peut être, du point de vue de la morbidité, comparée à un vieillissement accéléré de l'organisme.

Les caractéristiques des effets des faibles doses :

Les atteintes dues aux faibles doses de radioactivité ne sont pas spécifiques : les cancers ou malformations radio induites ne sont pas caractéristiques d'une exposition à la radioactivité. Ces effets sont aléatoires (ou stochastiques). Ils sont variables selon les individus (en fonction du sexe, de l'âge, de l'état du système immunitaire,...).

Il est important de noter qu'il n'y a pas de dose en dessous de laquelle il n'y aurait pas de danger. En effet, contrairement à l'effet des fortes doses, il n'existe pas de phénomène de seuil pour les faibles doses.

Les effets du rayonnement sont différés (certains cancers peuvent apparaître plusieurs décennies après l'exposition aux rayonnements ionisants, les malformations peuvent se manifester dans les générations suivantes). Autant de facteurs, qui rendent difficile la mise en évidence de ces effets pourtant bien réels.

Il est aussi à noter que la probabilité du risque augmente avec la dose mais pas la gravité. Enfin, les doses s'additionnent les unes aux autres et l'estimation du risque doit donc tenir compte de la totalité de la dose reçue.

Pour l'établissement des normes de protection de la population, le risque lié au rayonnement peut être évalué à partir de 2 conceptions :

□ Le risque absolu : Le facteur de risque est identique pour tous les individus. Le nombre de cancers en excès dans une population ne dépend que de la dose reçue.

□ Le risque relatif : Dans ce cas, le nombre de cancers radio induits dépend à la fois de la dose collective (la dose collective, c'est la somme de toutes les doses reçues par une collectivité pendant un temps donné) et de facteurs spécifiques à la population étudiée (sexe, âge, état de santé, mode de vie,...). Dans ce cas, il faut définir un facteur de risque spécifique à chacun des groupes de population. La radioprotection ne peut plus alors être considérée globalement mais doit tenir compte des différentes populations. Ce modèle en reconnaissant la sensibilité particulière de certains groupes devrait être la base de toute radioprotection.

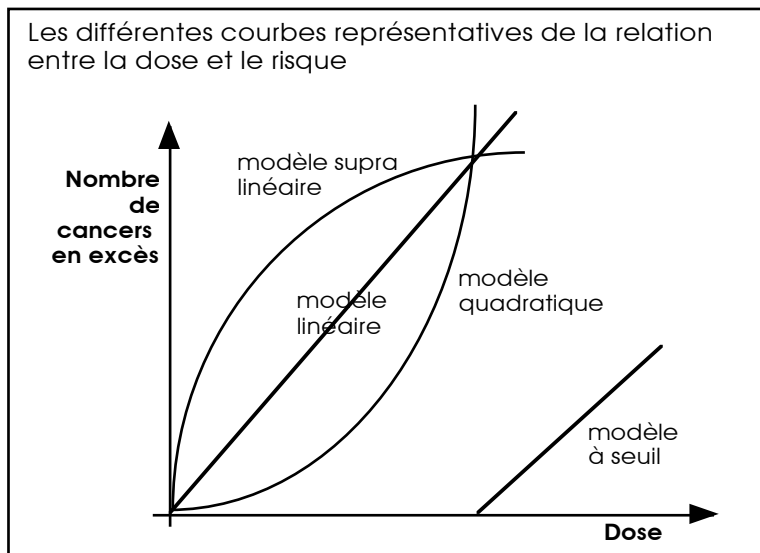
Différents modèles existent pour représenter la relation entre le risque et la dose :

Le modèle à seuil : les rayonnements n'ont pas d'effet en deçà d'une dose donnée. Ce modèle, très rassurant, a longtemps été défendu pour innocenter rejets et pollutions radioactives. Il doit aujourd'hui être considéré caduc.

Le modèle quadratique : Aux faibles doses, l'effet est si limité qu'on peut parler de "seuil pratique".

Le modèle linéaire : Toute dose produit un effet qui lui est directement proportionnel. Ce modèle est aujourd'hui admis comme étant le plus vraisemblable par la CIPR (voir page suivante).

Le modèle supra linéaire : Les effets sont renforcés pour les faibles doses. Les résultats d'études récentes laissent à penser qu'il représente au mieux la relation effets-doses.



Le facteur de risque :

Combien de cancers mortels seront produits si une population donnée est exposée à une certaine dose de rayonnement ?

Tout dépendra du facteur de risque. Il est variable selon les organismes et est considéré ici en

adoptant le modèle reconnu par

Institution	Date	Excès de cancers mortels pour 1 million d'hommes X 10 mSv*
CIPR 26	1977	inférieur à 125
CIPR 90	1991	500
BEIR	1980	160 à 500
BEIR	1989	800
RERF	1987	580 à 1160
UNSCEAR	1988	400 à 1100

* Soit 1 million d'individus exposés à une dose de 10mSV (= 1 Rem). Le risque étant estimé linéairement proportionnel à la dose reçue, on peut aussi parler, par exemple, de 100 000 individus

les organisme internationaux : le modèle linéaire sans seuil (toute dose produit un effet qui lui est directement proportionnel et il n'y a pas de seuil de dose en dessous duquel l'effet est strictement nul). Il est à noter que l'évolution régulière des estimations faite sur la base de nouvelles études va dans le sens d'un renforcement des effets des doses.

Ce facteur de risque est régulièrement revu à la hausse. De même, les normes, tant pour les travailleurs sous rayonnements que pour le public, sont révisées :

- CIPR : Commission Internationale de Protection Radiologique
- RERF : Radiations Effects Research Foundation (comité Américano-Japonais pour l'étude du suivi des survivants japonais d'Hiroshima et Nagasaki).
- BEIR : Biological Effects of Ionizing Radiation (Comité de l'Académie des sciences des USA pour l'étude des effets biologiques des rayonnements ionisants).
- UNSCEAR : United Nations Committee on the Effects of Atomic Radiation (Comité des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants).

Proposition de normes par la CIPR

Date	pour le public	pour les travailleurs
1934 à 1950		460 mSv/an
1950		150 mSv/an
1956		50 mSv/an
1977	5 mSv/an	
1991	1 mSv/an	20 mSv/an

Ces normes s'entendent hors rayonnement médical et naturel.

Il est à noter que les dernières recommandations faites par la CIPR n'ont été appliquées par la France que très tardivement (en regard des autres pays européens).

La CIPR est une commission chargée de rassembler et d'évaluer des informations relatives à l'exposition aux rayonnements et à leurs effets. Elle publie des recommandations à propos des principes de base et des règles de radioprotection. Ces recommandations n'ont aucun caractère obligatoire. Cependant, elles sont reconnues comme valeurs de référence et influencent les normes fixées par de nombreux pays et organismes.

Nous l'avons vu, la radioactivité représente un risque pour la santé dès les plus faibles doses. Il devient alors évident que les normes de protection, tant des travailleurs que de la population, ne constituent pas une limite de non risque. Ainsi, même dans le cas de non dépassement de ces normes, un coût sanitaire se manifesterà (cancers, malformations...). L'établissement de ces normes correspond donc à une acceptabilité du risque en regard des intérêts que peuvent représenter l'utilisation du rayonnement (énergie, industrie...). Il reste aujourd'hui à définir les bases de cette acceptabilité.

L'exposition médicale :

3 spécialités médicales utilisent les rayonnements ionisants :

- 1) Le radiodiagnostic : source non permanente. L'énergie des rayons X sera fonction de la tension appliquée.
- 2) La médecine nucléaire : Applications diagnostiques, thérapeutiques et expérimentales des radio-isotopes en sources non scellées.
- 3) La radiothérapie : elle utilise les rayonnements émis par :
 - Les appareils de radiothérapie conventionnelle et de contact (rayons X).
 - Les accélérateurs médicaux d'électrons (pour le traitement des tumeurs profondes).

- Les appareils de télégamathérapie (source de cobalt 60) pour le traitement des lésions semi - profondes (ces appareils sont de moins en moins utilisés).
- Les sources de curiethérapie (utilisation de divers radio-isotopes) en endocuriethérapie (curiethérapie interstitielle et endotumorale) et Plésiothérapie (curiethérapie de contact).

Les conséquences de l'irradiation médicale :

Une étude de l'INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) datant de Mai 87, tente d'évaluer le risque sanitaire lié à l'irradiation médicale. Précisons que cette vaste étude (réalisée sur 13 000 patients dans 400 établissements ou cabinets de radiologie) ne tenait pas compte des irradiations dues à la médecine nucléaire, à la radiothérapie, aux scopies isolées, à la radiologie dentaire, ni à la scanographie.

Conclusions de l'étude : La dose moyenne d'irradiation à des fins médicales par Français(e) et par an est 1,58 mSv (semblable, en moyenne à l'irradiation imputable à la radioactivité naturelle). Vu les facteurs de risque établis à l'époque, l'étude conclut que : L'irradiation médicale serait, en France, à l'origine de moins de 700 cancers mortels par an soit 0,5 % du nombre total de décès par cancers et par an.

En fait, l'étude comporte une erreur grossière : Le calcul de la "dose efficace" (permettant de connaître le risque pour l'individu dans son ensemble suite à une irradiation partielle de son organisme) ne tient pas compte d'un facteur de pondération qui doit être appliqué en fonction des organes irradiés (certains organes comme les poumons, la thyroïde ou la moëlle osseuse sont, nous l'avons vu, particulièrement sensibles à la radioactivité). Si l'on applique ce facteur, le nombre de décès par cancer est augmenté : 1313 cancers mortels par an.

De plus : Selon les derniers "facteurs de risque" édictés par la CIPR 60 (voir plus haut), ce chiffre est à réévaluer.

On obtient alors 5014 cancers mortels par an soit 3,8 % de la totalité des décès par cancers par an !

Il serait dangereux cependant de considérer le radiodiagnostic comme une exposition aux rayonnements ionisants inutile. Le "coût sanitaire" ne doit pas être supérieur aux bienfaits attendus. Néanmoins, le résultat de cette enquête montre, à l'évidence, qu'il ne s'agit pas d'un acte bénin et que l'exposition médicale doit être justifiée.

En 1990, la Commission Internationale de Protection Radiologique l'annonçait clairement : la radioactivité présente un risque même aux plus faibles doses. Il ne s'agissait pas alors d'un quelconque principe de précaution ou d'une attitude prudente provenant d'une extrapolation des effets observés à des doses plus importantes mais de l'hypothèse la plus probable. Si l'on admet donc que toute dose de radioactivité présente un risque, il convient, dès lors de limiter dès que possible les expositions à leur minimum.

L'utilisation des rayonnements ionisants dans le cadre des soins représente une part importante : En moyenne, elle constitue un tiers de l'irradiation annuelle.

Ainsi les doses reçues par les patients - et par le personnel- devraient systématiquement être limitées à leur minimum. Il s'agirait en fait de respecter les grands principes de la radioprotection rappelés dans la Directive Européenne 96/29 du 30 juin 1997 : La justification et l'optimisation. Le principe de justification interdit des examens irradiants qui n'auraient pas d'utilité et le principe d'optimisation vise à réduire au strict minimum la dose reçue.

Pour la mise en application de ces principes, il convient, évidemment de commencer par une sensibilisation du personnel de santé. Or, selon un rapport français publié en 1999* sur l'irradiation médicale, l'attitude des praticiens en France est préoccupante : "La dérive trop fréquente des doses d'exposition très élevées de la radiologie interventionnelle, atteignant parfois plusieurs grays, a encore accru le peu d'attention des praticiens (qui ne sont pas tous des spécialistes de radiologie) à l'égard des faibles doses lors des examens diagnostics courants."

Le rapport insiste sur la nécessité de renforcer la sensibilisation des professionnels. Certes, La plupart des examens ne délivrent pas des doses importantes mais pour autant, peut-on justifier ce peu d'attention des praticiens pour l'essentiel des examens (qui délivrent des faibles doses) sous prétexte que certaines applications, beaucoup moins courantes, et touchant donc beaucoup moins de population, délivrent des doses importantes ?

Le rapport indique aussi que "Les tendances générales en matière de consommation d'actes radiologiques conventionnels montrent un accroissement de l'ordre de 8% par an." et que "le nombre d'actes radiologiques pratiqués, rapporté à la population est l'un des plus élevés d'Europe" (en 1990 le nombre d'examens pour 1000 habitants était en France de 826, en Italie de 665 et en Grande Bretagne de 444).

Toujours selon ce rapport, au Royaume Uni, en 10 ans, le NRPB (National Radiological Protection Board : Agence nationale de protection radiologique du Royaume Uni) revendique une baisse de

30% des doses administrées en moyenne par les activités courantes de radiodiagnostic.

Concernant le niveau de connaissance sur le sujet, les professionnels de santé ne sont pas tous logés à la même enseigne...

Pour les médecins, l'enseignement de biophysique notamment permet d'acquérir les bases de la radioprotection... Reste qu'il semble que trop peu d'entre eux se souviennent encore de ces bases quelques années après l'enseignement. Ainsi, dans une enquête de la revue "Le Quotidien du médecin" et de la "Société Française de L'Energie Nucléaire" (SFEN) réalisée en 1992 sur 500 médecins, 40,4 % des personnes interrogées pensent qu'il "faut se protéger des radiations pour transporter un sujet qui a été victime d'une irradiation accidentelle" contre 59,6 % qui pensent le contraire. Question bien difficile pour un non connaisseur mais qui constitue une des bases incontournables de la radioprotection : Une personne irradiée n'est pas devenue radioactive et ne présente donc aucun risque pour son entourage (ce qui n'est pas le cas lors d'une contamination). Plus préoccupant encore : 67% des médecins interrogés pensent "qu'il existe un seuil au dessous duquel les petites doses de rayonnements sont inoffensives", contre 33 % qui pensent le contraire... Difficile dans ce contexte de faire passer les principes de justification et d'optimisation !

La presse professionnelle s'intéresse au sujet, c'est le cas, par exemple de la revue "Santé et Rayonnements ionisants" qui souhaite "contribuer à une meilleure connaissance des effets médicaux et sanitaires des rayonnements ionisants et de leurs utilisations"... Cette publication est diffusée en 70 000 exemplaires à des médecins et pharmaciens...

Si informer ces praticiens sur le thème paraît louable, la finalité semble plus discutable en regard de nos deux principes : la revue affiche en sous titre cette célèbre phrase de Paracelse : "Tout est toxique, rien n'est toxique, tout est une question de dose". Si l'on considère que cela s'applique aussi aux rayonnements ionisants, alors on en déduit qu'il existe des doses sans danger !

Un article du numéro de décembre 1999 signé par le Professeur J.P. Gérard va plus loin "La relation linéaire sans seuil adoptée par prudence par la CIPR est contredite en permanence par les faits épidémiologiques et par les données biologiques expérimentales". La CIPR, organisme international de référence où siègent d'ailleurs nos spécialistes français est désavouée. Précisons que, comme indiqué en dernière page : "Le comité d'information des professions de santé d'EDF fournit l'aide nécessaire à la diffusion de cette revue médicale." On peut imaginer sans grande difficulté l'impact de ce type d'information sur la sensibilité aux faibles doses des médecins !

Pour les radiologues, l'information diffusée par la profession fait, elle aussi, la part belle à l'idée d'un seuil, au moins pratique, de risque concernant les faibles doses. Ainsi, la Société française de radiologie et d'imagerie médicale, dans ces cours de perfectionnement post-universitaire (novembre 1996) parlait ainsi des "Risque des faibles doses en radiodiagnostic : mythes, réglementation et rationalité" : "Il existe donc un seuil pratique en dessous duquel il n'y a pas d'effet observable". On y apprend de même que, "Le risque de l'exposition aux rayonnements en radiodiagnostic est essentiellement spéculatif."

Conclusion peut-être hâtive, ou pour le moins curieuse, quand les mêmes auteurs parlent à peine plus tôt de l'estimation des doses reçues comme étant une science "loin d'être exacte" avec des évaluations de doses "parfois pour des installations identiques" qui comportent "des dispersions de résultats étonnantes (jusqu'à un facteur 10 !)". Une des conclusions de ce cours pourrait logiquement consister à rappeler aux praticiens que la recherche de la réduction des doses doit être systématique... Il n'en est rien, la fin du document insiste même sur les "craintes non fondées" et les "comportements irrationnels, non seulement du public, mais également des professionnels du radiodiagnostic." et que "Chaque radiologiste a le devoir d'informer son personnel et ses patients sur le risque réel qui est probablement plus proche du zéro que de la limite supérieure des estimations très prudentes dont nous avons rappelé la genèse."

Concernant les doses reçues, précisons qu'au Royaume Uni, entre deux campagnes de mesures espacées de 10 ans, le NRPB (National Radiological Protection Board (Agence nationale de protection radiologique du Royaume Uni) revendique une baisse de 30% des doses administrées en moyenne par les activités courantes de radiodiagnostic (rapport sur l'irradiation médicale*). Preuve qu'il est possible d'agir. Preuve aussi qu'elle doit avoir un intérêt, sinon à quoi bon la revendiquer et faire les efforts de communication nécessaires ?

Pour les infirmiers, c'est plus simple, mais pas moins surprenant : aucune mention, dans le programme des études sur des notions de radioprotection. Certaines revues professionnelles tentent de combler ce manque, ainsi : "L'infirmière magazine" dans son supplément du N°117 en Juin 1997 traite dans un numéro de 35 pages du thème : "Infirmières et rayonnement ionisants". Curieusement, on y trouve là aussi des éléments très contestables : Par exemple, à propos des doses à la thyroïde reçues en France suite à la catastrophe de Tchernobyl : "Aucune conséquence sanitaire n'est à craindre de

doses aussi faibles." Les risques des faibles expositions et même du radon sont considérés comme "non mis en évidence".

Encore une fois, il faut se pencher de près sur le document pour lire en toute dernière page une petite phrase : "Brochure éditée et diffusée à la demande d'EDF".

A propos des scintigraphies :

"L'iode radioactif détecté dans la Meuse en septembre 1998 a permis de mettre en évidence la très grande efficacité des enquêteurs de l'OPRI qui ont rapidement disculpé la centrale nucléaire de Chooz et montré que la contamination (faible) était liée à l'évacuation dans la rivière des urines d'une patiente ayant reçu une dose diagnostique d'iode 131."

Article de la revue "Santé et Rayonnements ionisants". N°19. Décembre 1999 signé du Professeur J.P. Gérard

Nous voilà rassurés : ce n'était pas la centrale nucléaire qui a provoqué cette contamination mais jusque quelques décilitres d'urine radioactive d'une femme qui venait de subir une scintigraphie !

Que faire ?

Demandez lors des examens radiologiques, le tablier de plomb afin de protéger du rayonnement les parties du corps qui n'ont pas à être exposées (thorax, thyroïde et abdomen)... Avouons, pour l'avoir testé à plusieurs reprises que cette demande suscitera peut être l'incrédulité, ou un discours rassurant sur l'absence de risque de cet examen.

Dans ce cas, demandez donc au praticien pourquoi il s'abrite lors du "cliché" derrière un écran plombé ? Précisons que cet examen constitue une irradiation et ne vous rendra en aucun cas radioactif. Vous ne comportez donc aucun risque pour vos proches.

Les doses ainsi épargnées sont certes très faibles (d'autant plus que la généralisation progressive des appareils numérisés permet de réduire de façon importante les doses administrées) mais la protection étant très facile à mettre en place, pourquoi s'en priver ? Ce type de comportement est d'autant plus recommandable que la personne exposée est jeune.

Lors d'une radioscopie, les doses étant nettement plus élevées, cette protection est d'autant plus souhaitable. Précisons que lors d'une radioscopie, lorsqu'il y a injection d'un produit avant l'examen, ce produit n'est en aucun cas radioactif. Il s'agit seulement d'un produit "de contraste" qui sera visible par l'opérateur du fait de son caractère radio-opaque.

Il en va autrement lors d'un examen ou d'un traitement en médecine nucléaire : des radio-isotopes vous sont administrés, vous êtes contaminé et vous êtes devenu une source radioactive, vous comportez, dès lors un risque pour vos proches...

Selon les doses reçues et les radio-éléments en cause, vous devrez être hospitalisé dans une chambre spécialement aménagée (pour les doses importantes) ou vous rentrerez chez vous l'examen effectué dans le cas d'une scintigraphie.

Dans ce dernier cas, les doses administrées sont beaucoup plus faibles. Sans céder à la panique, il vous faut réaliser alors que vous présentez durant quelques heures à quelques jours un risque pour vos proches. Les recommandations généralement données sont de boire beaucoup pour faciliter l'élimination urinaire et de tirer deux fois la chasse d'eau de façon à s'assurer que les urines radioactives produites ont été évacuées... dans les égouts ! (Voir "A propos des scintigraphies"). Certains praticiens recommandent aux patients ainsi "chargés" d'éviter pendant quelques heures la proximité des femmes enceintes ou des jeunes enfants (ce qui, sans autres éléments d'informations provoque souvent, on l'aura compris, des questionnements angoissants !).

Il serait sans doute pertinent de rajouter à ces consignes quelques règles de bon sens sachant, par exemple que la distance est, contre l'irradiation, une protection efficace et facilement mise en œuvre : durant deux ou trois jours (la durée d'application de ces mesures dépendra des doses administrées et de la période radioactive du radio-isotope concerné), tenez vous à distance dès que possible, faites chambre à part, évitez des contacts rapprochés avec les enfants...

Les hôpitaux en eaux troubles...et radioactives

Nous l'avons vu : lors de traitements en médecine nucléaire, de fortes doses peuvent être administrées aux patients. Une partie importante de cette radioactivité sera éliminée par les urines ce qui pose, bien évidemment le problème de la pollution radioactive des eaux usées.

Pour éviter ce risque, les centres de médecine nucléaire disposent d'un système de récupération des effluents. Ils sont stockés le temps que la radioactivité qu'ils contiennent soit suffisamment faible et qu'elle soit considérée "acceptable". Ils sont alors rejetés dans les égouts.

Absence de tels équipements ou mauvaise gestion de ceux-ci, les hôpitaux rejettent pourtant bien trop souvent dans l'environnement des eaux usées radioactives...

Ainsi, en 1995, à l'occasion d'un travail réalisé pour la Compagnie Générale des Eaux et l'Agence Régionale Pour l'Environnement, le laboratoire indépendant de la CRII-RAD a participé avec le laboratoire vétérinaire départemental du Tarn et Garonne à une étude concluant que les eaux usées de Toulouse étaient contaminées par tout un cocktail de radioéléments issues des hôpitaux et cliniques de la ville.

*Rapport sur l'irradiation médicale des patients réalisé par le Professeur Jean François Lacronique, Président de l'Office de Protection contre les rayonnements ionisants (OPRI) et le Professeur André Bonnin, chef du service de radiologie et d'imagerie médicale à l'hôpital Cochin. 1999