Diagnostic et traitement d'urgence d'une atteinte corporelle par les rayonnements ionisants

Aspects pratiques

A. MARTIN (*)

(Manuscrit reçu le 25 avril 1980)

RÉSUMÉ

Cet article décrit, de façon pratique, les problèmes de diagnostic et de traitement immédiat qui se posent aux médecins du travail dans une centrale nucléaire en cas d'atteinte corporelle par irradiation. Successivement sont envisagés le diagnostic et le traitement dans chacun des trois cas suivants : irradiation externe, contamination externe, contamination interne. L'expérience décrite est très riche car il s'agit d'une centrale dont la première pile a divergé il y a 8 ans déjà et qui est, actuellement, par sa puissance, la deuxième du monde.

Il est évident, aussi, que les problèmes de radioprotection sont différents de ceux qui se posent dans un centre de recherches ou dans un service hospitalier et ils n'y sont pas résolus de la même façon. Il est, cependant, toujours très utile de connaître l'expérience des autres et cet article sera apprécié de ceux qui sont confrontés à de tels problèmes par tous les renseignements qu'il apporte.

ABSTRACT

In case of accidental exposure, occupational physicians in nuclear power plants are faced with problems of diagnosis and early treatment. External irradiation, external and internal contamination will be considered successively. The experience is large as the first unit of the nuclear plant, the second in the world for the capacity, was started up 8 years ago.

Of course, problems of radiation protection are different from those encountered in a research center or a hospital and cannot be solved in the same manner. The information gathered should be useful to all those that are faced with such problems.

(*) E.D.F., Centrale nucléaire du Bugey, B.P. 14, Loyettes, 01800 Meximieux.

INTRODUCTION

Le personnel d'une centrale nucléaire est exposé à la radioactivité par irradiation externe, par contamination externe, ou par contamination interne, les substances contaminantes pénétrant dans l'organisme par inhalation, par ingestion, par effraction cutanée ou par voie transcutanée (eau tritiée, par exemple).

Il est bien connu que, seuls, des niveaux très élevés d'irradiation sont susceptibles de faire apparaître des symptômes caractéristiques. Aussi le terme de *diagnostic* « identification d'une maladie par ses symptômes » paraît-il de prime abord abusif. Mais nous savons que ces rayonnements, évidemment dangereux du fait de leur pouvoir ionisant, sont très facilement détectables. Ce sont les instruments de mesure qui — faute de symptômes — apporteront au médecin des renseignements sur l'existence et la gravité possible de l'irradiation. Ce sont ces instruments qui vont permettre une première approche du diagnostic.

1. IRRADIATION EXTERNE

C'est grâce à la dosimétrie d'ambiance que l'exploitant pourra organiser le chantier en fonction du débit de dose connu grâce aux cartographies gamma réalisées par le service de radioprotection de la centrale. De plus, le travailleur possède des instruments de mesure individuels.

En premier lieu, un film dosimètre, seul « dosimètre officiel », est affecté à un agent pour un mois et développé dans le courant du mois suivant. Ceci implique un long délai entre l'irradiation et la connaissance du résultat. Il est donc indispensable de disposer d'un autre moyen, donnant des résultats immédiats; ceci, bien entendu, pour respecter les normes légales, mais surtout pour protéger au maximum la santé de l'intervenant [1].

Jusqu'à présent, tout agent entrant en zone contrôlée fixait à côté du film dosimètre thoracique, un stylo dosimètre dont la lecture permettait une comptabilisation sans délai des doses détectées. Mais des erreurs pouvaient survenir tant dans la lecture que dans la totalisation des résultats.

Dans un avenir imminent, ce stylo dosimètre sera remplacé par un dosimètre électronique (RAD 22) présentant de nombreux avantages :

- à l'entrée de zone : mise à zéro obligatoire; possibilité de fixer un niveau de dose limite dont le dépassement sera signalé par une alarme sonore;
- pendant le travail : lecture directe du résultat exprimé en millirem à tout moment de l'intervention (maximum 9 999,9 mrem); affichage digital;
- à la sortie de zone : mise en mémoire des résultats, dont la restitution permettra de connaître, chaque fois qu'on le souhaitera, la dosimétrie de chaque individu, qu'elle soit journalière, mensuelle, trimestrielle, annuelle, totale (ceci tant pour le personnel d'entreprise que pour le personnel E.D.F.), ainsi que la dosimétrie correspondant aux interventions principales.

En outre, un radiamètre (total 6 150) permet la mesure du débit d'équivalent de dose dans les locaux ou à proximité des matériels sur lesquels le

travailleur intervient. Dans le cas de chantiers à risques évolutifs, on peut installer une balise gamma avec seuil d'alarme préréglé. Enfin, s'il existe une possibilité d'irradiation par les neutrons, il peut assurer leur détection et leur mesure à l'aide du « remcompteur ».

Le traitement de l'irradiation externe à des niveaux élevés (supérieurs à 50 ou 100 rem) impose l'hospitalisation dans des services hautement spécialisés (Institut Curie ou Hôpital Percy), au moins dans un souci de surveillance et pour permettre des compléments d'examen. De tels accidentés ne peuvent être confiés qu'à des équipes médicales multidisciplinaires, au fait de ces cas très particuliers et disposant de moyens très élaborés concernant l'aménagement des locaux, l'asepsie rigoureuse, l'hygiène alimentaire (chambre et nourriture stériles). Ces hôpitaux étant relativement éloignés, les délais d'hospitalisation seraient relativement longs ⁽¹⁾. Mais ceci n'est pas un inconvénient car il n'y a pas d'urgence et l'évacuation peut se faire sans précipitation.

2. CONTAMINATION EXTERNE

A la sortie de la zone contrôlée, l'agent est soumis à un premier contrôle essentiellement vestimentaire. Il doit franchir un premier « portique » doté de plusieurs sondes reliées à des compteurs Geiger-Müller (comptage pendant 10 secondes). Si le niveau de contamination est supérieur à $2 \cdot 10^{-3} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ (alarme sonore), il pose ses vêtements « contaminés ». Il franchit ensuite un deuxième « portique » (contrôle corporel pratiqué dans tous les cas) dont le seuil est préréglé à $2 \cdot 10^{-4} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$. Si cette limite est dépassée (alarme sonore et signalisation lumineuse indiquant la région du corps contaminée), le dispositif automatique d'ouverture des portes n'autorise pas la sortie. L'individu contaminé prend une douche et se soumet à un nouvel examen. Si l'alarme apparaît de nouveau, il est adressé à l'infirmerie. Il en sera de même, obligatoirement, s'il existe une contamination du visage, ou une contamination quelque peu rebelle d'un endroit quelconque du corps. L'organisation de cette zone de transit séparant vestiaire chaud (côté zone contrôlée) du vestiaire froid (côté sortie) a été fixée par la loi [2].

La partie du territoire cutané contaminé sera délimitée de façon précise à l'infirmerie à l'aide d'un détecteur DSM 22. Les circonstances de l'incident, la topographie de la contamination, son évolution dans le temps, les autres examens pratiqués permettent habituellement de ne pas prendre une contamination interne pour une contamination externe. Mais il peut y avoir des cas difficiles.

Le traitement de la contamination externe se fait essentiellement par lavage. On se sert d'abord d'eau tiède et de savon liquide. On frotte doucement à l'aide d'une brosse aux poils de nylon très doux. Si la contamination persiste on utilise des produits mouillants ou solvants (DEK 816 ou 819) ou de l'acide

⁽¹⁾ La phrase est au conditionnel, car nous n'avons jamais eu d'irradiation externe de ce niveau.

citrique à 3 % ou encore la lessive de commerce, en ayant soin de ne provoquer aucune action abrasive. Dans les cas rebelles, nous employons avec succès de petits « trucs ». Si la zone contaminée est très limitée, il suffit souvent de la recouvrir d'albuplast. L'albuplast enlevé au bout de quelques heures, la contamination a disparu. En cas d'atteinte de toute la main, on enduit celle-ci de vaseline et on fait mettre un gant de caoutchouc. L'absorption de boissons chaudes provoquera une sudation entraînant les produits contaminants dans la vaseline qu'il suffira d'enlever avec de l'éther. La contamination des cheveux est souvent longue à faire disparaître. Il faut quelquefois — avec art et parcimonie — utiliser des ciseaux de coiffeur.

La salle de décontamination se présente comme une grande salle de bain avec lavabos, douches, baignoire, lave-cheveux et lave-visage, pédiluve, bidet, W.C., tout ce matériel sanitaire étant fabriqué à partir de matières plastiques facilement décontaminables.

La contamination externe est souvent considérée, en centrale nucléaire, comme un incident bénin, voire même comme une simple souillure de la peau, comparable à du cambouis, plus ou moins difficile à nettoyer. Si elle peut effectivement être considérée comme négligeable lorsqu'elle est traitée immédiatement, il est bien évident qu'elle peut facilement être à l'origine d'une contamination interne bien moins accessible à la décontamination. Aussi la règle impérative dans toute décontamination des téguments est-elle d'éviter la dispersion des produits contaminants et surtout de ne pas provoquer leur pénétration à l'intérieur de l'organisme (protéger les yeux, la bouche, le nez et nettoyer la peau avec douceur). C'est la raison pour laquelle la contamination externe doit, dans la majorité des cas, être traitée par un personnel infirmier spécialisé, très au courant des différentes techniques et à même de prendre les mesures nécessaires s'il y a suspicion de contamination interne. Mais le camarade de travail pourra, très souvent, commencer à intervenir, ce qui gagnera un temps précieux. Une trentaine de décontaminations externes sont pratiquées chaque année à l'infirmerie ⁽²⁾. Nous avons toujours obtenu une décontamination complète sans grandes difficultés et, bien entendu, sans que le contaminé garde la moindre séquelle de sa contamination.

3. CONTAMINATION INTERNE

Vis-à-vis du risque de contamination interne, l'exploitant sera également amené à effectuer des mesures d'ambiance (prélèvements atmosphériques) afin de déterminer la nature et l'importance de cette contamination. Il pourra, également, se prémunir des variations possibles dans le temps en utilisant, comme pour l'irradiation externe, des appareils à alarme sonore (EAR II). Mais il faut savoir que la contamination atmosphérique est souvent peu homogène, d'où le risque de mauvaise évaluation.

(2) Ce nombre augmentera, peut-être, avec le fonctionnement simultané des 5 tranches.

Un diagnostic relativement précis de l'irradiation par contamination interne pourrait être fait par l'utilisation de petits aspirateurs individuels, effectuant des prélèvements atmosphériques au voisinage des voies respiratoires de l'intéressé, mais il paraît bien préférable d'imposer l'approvisionnement en air extérieur ou en air filtré dès que le niveau de contamination ne peut plus être considéré comme négligeable (sauf si la gêne due au port du masque devait entraîner un temps de séjour supplémentaire et, de ce fait, une augmentation importante de l'irradiation externe).

C'est donc essentiellement au service médical que sera fait le point sur cette contamination interne. Devant toute contamination du visage, ou suspicion de contamination respiratoire, on pratique un prélèvement sur « papier monté », à l'intérieur des narines, et un « spectre » est aussitôt établi. Un résultat positif est en faveur d'une contamination interne mais l'inverse n'est pas vrai, car on peut avoir une contamination interne avec prélèvement nasal négatif. Aussi le médecin aura-t-il essentiellement recours aux deux examens suivants : anthropogammamétrie et radiotoxicologie des excréta ⁽³⁾.

L'*anthropogammamétrie*, comme son nom l'indique, permet de déceler seulement une contamination interne due à des émetteurs gamma. Ce qui, en théorie, limite ses avantages. Mais en centrale nucléaire, il paraît hautement improbable que, dans une atmosphère contaminée contenant des émetteurs bêta et éventuellement alpha, il n'y ait pas, en plus, des émetteurs gamma qui, eux, sont détectés et permettent le diagnostic de la contamination interne. L'appareillage dont nous disposons (Canberra avec une sonde au niveau de la poitrine et une au niveau de la thyroïde) n'a pas la prétention de faire une analyse permettant, en particulier, le calcul d'une dose engagée et encore moins de mettre en évidence des rayonnements X de faible énergie. Mais il peut mesurer le 1/100 de la DMA (dose maximale admissible) permettant ainsi la discrimination entre l'absence pratique de contamination et la possibilité d'une certaine contamination à préciser par des examens plus approfondis qui pourraient être pratiquée au S.C.P.R.I. (anthroporadiamétrie au « Total Body Counter ») ainsi que par la *radiotoxicologie des excréta*. En pratique courante, il s'agit surtout de radiotoxicologie des urines. Le laboratoire d'analyses médicales d'E.D.F. recherche systématiquement l'activité bêta (strontium 90 et yttrium 90) et gamma (césium 137). Il fait le dosage de l'uranium et, à la demande, la mise en évidence du tritium. S'il y a soupçon d'une contamination par des émetteurs alpha, l'analyse sera faite sur les matières fécales.

Ces examens — anthropogammamétrie et radiotoxicologie des urines — sont répétés tous les 6 mois et pratiqués à l'occasion de tout incident réel ou soupçonné. Depuis la construction de la centrale du Bugey (divergence de BUGEY 1 en 1972), nous n'avons jamais observé de contamination interne significative.

(3) L'arrêté du 23 avril 1968 précise : « pour ces examens spécialisés, le Médecin du travail peut faire appel au Service central de protection contre les rayonnements ionisants (S.C.P.R.I.) ». Cet organisme officiel contrôle les mesures faites à la centrale tant dans le domaine de l'irradiation externe que dans celui de la contamination interne.

Le traitement de la contamination interne dépend du devenir des éléments en cause. On pourra schématiquement distinguer quatre étapes successives :

1. Une rupture de la barrière cutanée peut être à l'origine d'une contamination interne, ceci parce que la peau est de mauvaise qualité (dermatose) ou qu'il existe une plaie, préexistante ou provoquée par du matériel contaminé (ce qui est plus grave que le cas précédent). Toutefois, en centrale nucléaire, le risque principal est respiratoire : inhalation de gaz ou d'aérosols radioactifs. Si le composé est soluble tout se passe comme s'il s'agissait d'une véritable injection intraveineuse. Il est interdit de manger et de boire en zone contrôlée : on pourrait donc penser que le tube digestif est à l'abri de l'agression radioactive. Il n'en est rien car l'expérience a montré que près de 50 % des aérosols inhalés étaient secondairement déglutis.

2) Les éléments vont ensuite transiter par le sang ou la lymphe.

3) En fonction de données physiologiques et physico-chimiques, il pourront se concentrer dans certains organes, appelés organes critiques ou préférentiels (incorporation).

4) Ils seront enfin éliminés soit directement par filtration rénale du sang soit secondairement après inversion du rapport des concentrations entre organe critique et sang (décorporation).

C'est au niveau de chacune de ces quatre étapes que la thérapeutique pourra agir et il sera important de connaître la nature chimique des radio-éléments en cause car ceux-ci auront un devenir différent en fonction de leur métabolisme propre. On distingue, schématiquement, les éléments transférables (solubles en milieu biologique) comme les alcalins (sodium, césium, potassium), les alcalino-terreux (calcium, strontium, baryum) ou quelques éléments ayant un comportement particulier (carbone, iode, tritium), et les éléments non transférables (insolubles à tous les pH ou à des pH alcalins comme les terres rares, le plutonium et les transplutoniens). Cette notion de solubilité est d'ailleurs toute relative et peut se modifier en fonction du milieu : un élément inhalé sous une forme insoluble peut être dissous dans le milieu acide de l'estomac et rendu absorbable au niveau de l'intestin. Un élément soluble peut être rendu insoluble par alcalinisation dans le duodénum.

1) Toute plaie contaminée est immédiatement traitée par lavage et si la contamination persiste, il faut procéder à un « parage chirurgical ». Celui-ci ne doit pas créer de dégâts anatomiques responsables d'une gêne fonctionnelle ultérieure : le blessé contaminé serait alors davantage victime du chirurgien que de la radioactivité. La facilité de détection des radioéléments contenant pratiquement toujours des émetteurs gamma permettra de guider la main du chirurgien qui pourra procéder à l'ablation de tout le tissu nécessaire et seulement du nécessaire.

La mise à plat d'une plaie nécrosée ou infectée ne bénéficie pas des mêmes avantages.

En cas de traumatisme grave, la gravité du traumatisme prime, et de beaucoup, la contamination dont le chirurgien ne tiendra compte que pour en éviter la dissémination, qui n'aurait pas d'incidence sur le personnel ni

sur les malades, mais obligerait à une décontamination des locaux et du matériel pouvant demander, dans certains cas, beaucoup de temps.

En présence d'une plaie contaminée il serait possible, d'après certains spécialistes, d'utiliser le rhodizonate de potassium pour insolubiliser le strontium 90 (ou le bleu de Prusse pour le césium 137).

Dans tous les cas, le D.T.P.A. (acide diéthylène-triamine-pentaacétique), dont nous allons parler, sera employé. La contamination de l'arbre trachéo-bronchique va être spontanément combattue par les mécanismes d'auto-nettoyage du système respiratoire. Des sirops expectorants aideront à ce nettoyage. En cas d'absorption digestive, outre le classique lavage d'estomac, on pourrait peut-être tenter l'insolubilisation des radionucléides absorbables (alginate de calcium pour le strontium, bleu de Prusse pour le césium). Mais nous n'utilisons pas cette thérapeutique.

2) Pendant le transit sanguin, il faut dévier le radiotoxique vers un émonctoire naturel. Le D.T.P.A. est un chélateur capable de complexer facilement les éléments de valence 3 ou supérieure à 3 et, du fait de sa courte période biologique, de les entraîner très rapidement dans les urines. Il s'injecte en intraveineuse ou intramusculaire à raison de 2 ml, soit 0,5 g à renouveler toutes les 6 heures. Il peut aussi agir immédiatement au niveau de la porte d'entrée (ampoule versée directement sur la plaie — il y en a sur le site dans toutes les boîtes de secours — ou inhalée en aérosol. Dans ces deux cas, le D.T.P.A. peut donc être administré très facilement par du personnel non médical).

On pourra lutter contre les contaminations dues au tritium à l'aide des méthodes de dilution isotopique. L'une, très simple, consiste à faire boire abondamment la victime pour provoquer une diurèse forcée. Dans les cas graves, on pourra également traiter par dialyse péritonéale (qui ramène la période biologique de l'eau tritiée de 10 jours à 13 heures) ou par rein artificiel (de 10 jours à 4 heures).

3) Dans certains cas, il est possible de bloquer l'entrée du radioélément dans l'organe d'élection. Un soluté iode-ioduré (iode, iodure de potassium) administré très rapidement après l'incident va rapidement saturer le corps thyroïde, freinant et empêchant la pénétration d'iode 131 dans la glande.

4) Il sera beaucoup plus difficile de procéder à la décorporation du radioélément fixé dans un organe ou sur un tissu. Mais les possibilités ne sont pas nulles; citons, par exemple, le lavage pulmonaire.

Le traitement de la contamination interne doit obéir à un certain nombre de critères :

— Il doit être administré de toute urgence : pour les quantités diffusibles, l'efficacité du traitement décroît d'une manière exponentielle avec le temps.

— Il doit être aveugle et instauré sur simple présomption. La confirmation d'une contamination atmosphérique et les caractéristiques de celles-ci sont souvent connues trop tard. Les investigations individuelles font souvent perdre un temps précieux.

— Il doit être non toxique et d'emploi simple, ceci découle des critères précédents. Devant être utilisé en urgence, il doit pouvoir être commencé sur les lieux du travail. Devant être administré même s'il est inutile, il est bien évident qu'il ne saurait être dangereux.

Les victimes de contamination sévère seront hospitalisés à l'Institut Curie ou à l'hôpital Percy, comme dans le cas de l'irradiation externe.

Voici résumés de façon très schématique et superficielle les différents aspects médicaux liés à la radioactivité tels qu'on peut les observer en centrale nucléaire. Nous avons surtout voulu en montrer l'aspect pratique et raconter en quelque sorte « notre vie de tous les jours ». Nous n'avons eu, jusqu'à présent, ni irradiation importante, ni contamination sévère. Mais le médecin du travail doit s'efforcer de tout prévoir. Des liaisons ont été prises et renouvelées avec les différents services hospitaliers (S.A.M.U., réanimation, traumatologie, grands brûlés) ainsi qu'avec le S.C.P.R.I.

Ces liaisons hospitalières préalables revêtent une importance particulière du fait de l'aspect psychologique qui apparaît dès qu'on évoque ce type de rayonnement et on imagine aisément qu'un personnel soignant non informé ou mal informé puisse avoir les réactions les plus invraisemblables. Des consignes précises ont été établies. Celles-ci sont adaptées aux possibilités locales mais elles ont été élaborées à partir de recommandations de portée générale formulées par le Service général de médecine du travail, car il est bien évident qu'une certaine homogénéité doit exister, d'une centrale à l'autre, dans l'organisation des secours.

Le médecin du travail est le conseiller de l'employeur et du personnel dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité. Il l'est aussi en ce qui concerne « l'éducation sanitaire dans le cadre de l'établissement en rapport avec l'activité professionnelle » [3]. Il doit donc chercher à dissiper le mystère qui enveloppe tout ce qui a trait à la radioactivité (exposés faits dans le cadre des comités d'hygiène et de sécurité, des comités locaux de médecine du travail, des stages de formation; conférences à l'ensemble du personnel... et même, parfois, à des auditeurs extérieurs, avec démonstrations pratiques faites par le personnel infirmier).

L'atteinte radioactive n'est pas un mal mystérieux et incurable. La radioactivité est une nuisance, sans doute bien mieux connue que beaucoup d'autres, et contre laquelle les médecins ne sont pas désarmés.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Décret n° 67-228, du 15 mars 1967, relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants. *J.O.*, 22 mars 1967.
- [2] Décret n° 75-306, du 28 avril 1975, relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants dans les installations nucléaires de base. *J.O.*, 30 avril 1975.
- [3] Décret n° 79-230, du 20 mars 1979, relatif aux substances et préparations dangereuses pour les travailleurs. *J.O.*, 22 mars 1979.