

EUR 4569

**SÉMINAIRE
SUR LA DÉCONTAMINATION EXTERNE
ET INTERNE DES TRAVAILLEURS EXPOSÉS
AUX RAYONNEMENTS IONISANTS**

Munich (R. F. d'Allemagne), 5 novembre 1969

Commission des Communautés européennes
décembre 1970

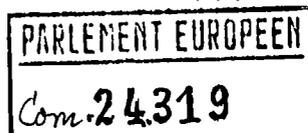
**SÉMINAIRE
SUR LA DECONTAMINATION EXTERNE
ET INTERNE DES TRAVAILLEURS EXPOSÉS
AUX RAYONNEMENTS IONISANTS**

Munich (Allemagne), 5 novembre 1969

Édité par la Direction générale des Affaires sociales
Direction de la Protection sanitaire

Publié par la Direction générale Diffusion des Connaissances
Centre d'Information et de Documentation — C.I.D.
Luxembourg, décembre 1970

EUR 4569 d, f, i, n



REMARQUE

La Commission des Communautés Européennes et ses services ne sont pas responsables de l'emploi qui sera fait des informations contenues dans le présent document.

Prix : FB 100,—	FF 11,—	DM 7,30	Lit. 1 250	Fl. 7,25	\$ 2,—
------------------------	----------------	----------------	-------------------	-----------------	---------------

TABLE DES MATIÈRES

Préface	5
I. Problèmes pratiques soulevés par une contamination externe (sans plaie)	9
II. Problèmes pratiques qui se posent en matière de traitement d'une contamination interne	17
Annexes	
Thérapeutiques actuellement en usage dans différents services médicaux d'installations nucléaires de la Communauté	29
I. Procédés de décontamination utilisés au Service médical de la Gesellschaft für Kernforschung m.b.H., Karlsruhe (R.F.A.)	29
II. Techniques de décontamination en usage au Service médical du Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire de Mol (Belgique)	37
III. Produits de décontamination employés dans des installations du Commissariat à l'Énergie Atomique (France) . .	43
Informations complémentaires	45
Liste des produits utilisés pour la décontamination externe .	48
IV. Procédés de décontamination cutanée utilisés au Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare, Rome (Italie)	51
V. Thérapeutique préconisée au Stichting Reactor Centrum, Petten (Pays-Bas)	55
VI. Consignes concernant les mesures de décontamination de la peau, présentant ou non des lésions du Service médical de la Direction Générale Personnel et Administration, Commission des Communautés européennes, Bruxelles	57
VII. Techniques de décontamination médicale préconisées au Centre Commun de Recherche d'Ispra, Commission des Communautés européennes	59
Liste des participants	65

Préface

Le colloque organisé par la Direction Générale des Affaires Sociales (Direction de la Protection Sanitaire) le 5 novembre 1969 à la « Gesellschaft für Strahlenforschung m.b.H. », MÜNCHEN/NEUHERBERG, était consacré à un échange de vues et d'informations sur les pratiques médicales actuelles de la décontamination externe et interne des travailleurs nucléaires. Ce colloque a été présidé par M. le D^r MECHALI, Chef du Service d'Hygiène atomique au Commissariat à l'Énergie Atomique, FONTENAY-AUX-ROSES, France, qui a conduit les discussions avec beaucoup de compétence et d'efficacité. Les échanges de vues ont été animés et fructueux et ont contribué à une meilleure connaissance des principes et méthodes adoptés dans différentes circonstances de contamination. Les experts, que nous remercions pour leur précieuse collaboration, se sont montrés des participants actifs soucieux de rechercher en commun des solutions des plus efficaces sur le plan scientifique et pratique.

La présente publication contient une synthèse des principales interventions des participants sur les sujets abordés au cours de la réunion. Conformément au vœu des participants, ce document contient aussi une liste des thérapeutiques appliquées actuellement par différents services médicaux d'installations nucléaires des pays de la Communauté Européenne.

Cette publication est susceptible d'intéresser tous ceux qui, dans leur travail, peuvent être confrontés avec les problèmes pratiques et théoriques de la décontamination médicale.

D^r P. RECHT

M. ERISKAT

Les problèmes relatifs à la définition de la contamination interne et à son traitement, ainsi que le rôle des services médicaux lors de la surexposition des travailleurs nucléaires, ayant fait l'objet du colloque organisé, en 1967, à MONDORF (Luxembourg) par la Commission, celle-ci a maintenant jugé utile de mettre en discussion au niveau des experts les pratiques médicales de décontamination externe et interne.

La discussion doit également porter sur la situation actuelle de la recherche scientifique dans ce domaine, ainsi que sur l'applicabilité des résultats les plus récents aux pratiques médicales.

Enfin, sur la base du débat prévu, la Direction de la Protection Sanitaire souhaite obtenir un aperçu sur l'utilité ou la nécessité d'harmoniser, au niveau communautaire, les pratiques médicales de décontamination.

CHAPITRE I

Problèmes pratiques soulevés par une contamination externe (sans plaie)

M. MECHALI

Lorsqu'une contamination externe survient accidentellement sur un lieu de travail, il est de règle de procéder à une décontamination. Cependant, un certain nombre de questions se posent et il serait souhaitable que chacun des experts de ce groupe fasse part de son expérience et des méthodes thérapeutiques qu'il utilise dans telle ou telle éventualité.

M. MOEHRLE

A Karlsruhe, on a tendance à réduire les méthodes thérapeutiques et, en quelque sorte, à standardiser le traitement décontaminant. Dans la plupart des cas, le premier geste thérapeutique est un lavage que l'on effectue en employant diverses solutions. Jamais il n'a été constaté de diffusion véritable par brossage mécanique. Jamais il n'a été constaté de contamination interne consécutive à un tel traitement.

M. CARPAJ

A Petten, on a tendance également à simplifier les méthodes de traitement. Dans la pratique, il n'y a pas lieu de chercher à savoir si tel ou tel agent contaminateur se disperse davantage; le mieux est de procéder à un lavage, à la suite duquel on procède à un contrôle de la contamination résiduelle. Eventuellement, ce lavage pourra être répété plusieurs fois.

M. MANQUENE

Au C. E. A., la tendance est également à la simplification. La procédure est la suivante : lorsqu'une contamination cutanée est décelée, une première

décontamination est effectuée sur les lieux du travail — s'il n'y a pas de blessure. Il a été constaté qu'il ne servait à rien de broser énergiquement et qu'un lavage bien fait suffisait dans la plupart des cas. Dans un deuxième temps, la victime est adressée au cabinet médical où l'on vérifie l'efficacité du traitement effectué sur les lieux du travail, où l'on met en œuvre d'autres thérapeutiques, s'il y a lieu, et où l'on effectue un prélèvement de mucus nasal afin de mesurer les particules α et β qui ont pu être inhalées et un prélèvement de sang pour effectuer un hémogramme. On recueille également les urines afin de mettre en évidence la présence éventuelle de produits de fission.

M. DELPLA

Lorsqu'une contamination cutanée est détectée sur le lieu de travail, il faut procéder sur place et aussitôt à la décontamination par des moyens simples et inoffensifs pour la peau. Seulement en cas de décontamination cutanée incomplète sur place, pour certains experts, dans tous les cas pour les autres, une personne dont la peau a été contaminée est envoyée au service médical.

M. STRAMBI

A la Casaccia, la tendance est aussi à la simplification en ce sens que le nombre des méthodes de traitement utilisées est réduit au maximum. En cas de contamination sans plaie, nous prescrivons au maximum trois lavages sur place avec un savon de pH₅; la victime est ensuite adressée au service médical pour poursuite du traitement. Le schéma général adopté ne diffère pas beaucoup de celui qui a été adopté par les Centres du C. E. A., c'est-à-dire qu'il s'agit d'un traitement standard. Il est important de savoir quand un traitement de décontamination doit être suspendu, que l'on fasse appel à des moyens mécaniques ou à des agents chimiques. A ce propos, il y a lieu de rappeler le rôle de « barrière » joué par le « stratum corneum » de l'épiderme et la nécessité de ne pas endommager cette formation anatomo-fonctionnelle, bien identifiable au microscope électronique, par des manœuvres traumatisantes de décontamination ce qui faciliterait l'absorption du contaminant. Souvent il est préférable d'arrêter temporairement le traitement (ce pourrait être le cas quand survient un léger érythème), d'appliquer une pâte au bioxyde de titane et de renvoyer le traitement au lendemain, après bandage de la partie ainsi traitée. En tout cas, après une contamination externe qui a été envoyée au service médical, dans notre Centre, on recueille systématiquement les urines pour effectuer les examens radiotoxicologiques appropriés.

M. GIUBILEO

Je ne condamnerai pas formellement l'usage des brosses ou plutôt de toutes les brosses. Il est intéressant quelquefois en effet d'utiliser des brosses en polyéthylène dont l'action traumatique est quasi nulle. Quoiqu'il en soit, il est important que la peau soit préalablement capable de supporter un traitement décontaminant. C'est dire le rôle capital que doit jouer le médecin lors de l'examen d'embauche. L'existence d'une dermatose irritabile (psoriasis) ou d'une hypersensibilité cutanée vis-à-vis d'un certain nombre d'agents chimiques doit entraîner l'inaptitude de l'intéressé au poste de travail exposé.

M. FAES

A Mol, nous utilisons en premier lieu les procédés classiques. Après un premier lavage sur les lieux du travail, le contaminé est traité au Service Médical où divers produits commerciaux (Tide, Savon Turco, etc.) ou non sont utilisés. Suivant les nécessités, il est fait appel à des méthodes plus spécifiques. Au stade expérimental, nous avons essayé certains procédés nouveaux tels que le lavage avec aspiration. Il n'est pas mauvais dans certains cas d'appliquer une pâte adoucissante sur la zone contaminée et d'attendre le lendemain pour mettre en œuvre un nouveau traitement décontaminant.

M. MECHALI

De la discussion émergent donc les notions suivantes :

- a) Une *décontamination d'urgence* doit être effectuée sur les lieux du travail dès qu'une contamination a été décelée et quel que soit son niveau.
 - le traitement doit être institué aussi précocement que possible, l'intervention du médecin n'étant ni nécessaire ni généralement possible à ce stade.
 - les procédés à utiliser doivent être simples et standardisés au maximum. A ce stade, il suffit de laver soigneusement avec une brosse douce (les brosses en polyéthylène seraient intéressantes à cet égard) sans traumatiser la peau. Il est important de ne pas disséminer la contamination et donc de ne pas transformer en contamination généralisée une contamination localisée. Enfin, l'eau de lavage doit être additionnée de produits saponifiants. Certains auteurs (D^r Strambi) utilisent un savon légèrement acide (pH₇), d'autres (D^r Faes) se déclarent très satisfaits de certains produits moins connus (savon turco).

b) Traitement au service médical

Le contrôle effectué après le traitement simple mis en œuvre sur les lieux de travail montre si celui-ci a réduit la contamination au-dessous du seuil de sensibilité des détecteurs ou si une contamination résiduelle persiste.

Lorsque la décontamination est totale, la conduite ultérieure diffère selon les établissements. Dans certains d'entre eux, aucun autre contrôle n'est effectué alors que dans d'autres établissements, il est d'usage d'adresser le sujet au médecin du travail qui vérifie que la décontamination cutanée est totale, qui procède éventuellement à un examen des urines et à une mesure à l'anthropogammamètre et qui s'assure que la peau n'est pas lésée par le traitement.

Lorsque la décontamination est incomplète, il est toujours nécessaire d'adresser le sujet au service médical qui poursuivra la décontamination. Celle-ci doit être aussi poussée que possible mais les méthodes utilisées doivent respecter l'intégrité des téguments. Les méthodes mises en œuvre varieront avec la nature de la contamination et comporteront un brossage plus énergique et l'utilisation éventuelle d'autres saponifiants ou de produits chimiques ayant une action spécifique vis-à-vis de l'agent contaminant lorsque celui-ci est connu. Si l'on pense que les substances radioactives sont, soit adsorbées dans les couches profondes de l'épiderme, soit fixées chimiquement à la kératine, on pourra abraser éventuellement les téguments par un brossage énergique ou même par frottement avec une pierre ponce et, le cas échéant, utiliser des composés chimiques comme le permanganate.

Enfin, on pourra, dans certains cas, utiliser les pommades émoullientes et répéter leur emploi.

- c) Enfin, il faut rappeler l'importance de l'examen médical préalable à l'affectation à un poste de travail et les contre-indications que constituent certaines affections cutanées lorsque le poste de travail comporte des risques caractérisés de contamination cutanée.

M. JOLIVET

Certains auteurs ont mis en évidence le fait que des lavages intempestifs pouvaient disperser la contamination initiale et que des brossages trop énergiques pouvaient provoquer de nombreux microtraumatismes à la faveur desquels les substances radioactives en contact avec l'épiderme pénètrent rapidement dans le courant sanguin. Ils ont eu l'idée d'utiliser des bandes adhésives ou des laques qui, lorsqu'on les arrache, entraînent avec elles les substances radioactives sans pour autant léser la peau sous-jacente. Ces méthodes sont-elles utilisées avec succès dans les différents centres ?

M. RECHT

L'utilisation de bandes adhésives, de laques ou de papiers collants peut s'avérer intéressante si la contamination est très localisée. Cependant, ces procédés sont, malgré tout, parfois irritants et peuvent retarder la mise en œuvre d'un lavage efficace. De la discussion qui vient d'avoir lieu, il est essentiel de retenir l'avantage qu'il y a à adopter des consignes simples pour tous. Mais puisqu'il est question de méthodes spécifiques, que penser de l'utilisation de certains composés chimiques — irritants, malgré tout — comme le R.B.S. — qui ont été préconisés par certains auteurs ?

M. LAFUMA

Le R.B.S. est effectivement un puissant adjuvant de la décontamination. A tel point qu'il est couramment utilisé pour décontaminer les surfaces. Cependant, son action irritante est telle qu'il y a lieu de le proscrire à des fins thérapeutiques.

M. DELPLA

Si, après mise en œuvre des procédés utilisés, une certaine contamination persiste sur la peau, il est généralement préférable de la laisser se résorber spontanément plutôt que de traumatiser la peau.

M. JOLIVET

Quelle est la meilleure conduite à tenir lorsque l'on se trouve en présence d'une contamination du cuir chevelu ? Faut-il, à l'extrême, envisager une coupe de cheveux, ainsi que le conseillent certains auteurs ?

M. FAES

Au CEN, en pareil cas, nous utilisons une solution de PROSEC. Les résultats sont excellents et tels que la question ne s'est pas posée.

M. DELPLA

On ne saurait raisonnablement envisager de couper les cheveux que si la contamination résiduelle produisait une irradiation externe jugée excessive au niveau du cuir chevelu ou du visage. Quoiqu'il en soit, toute personne dont le visage ou les cheveux sont contaminés doit être envoyée au service médical.

M. BIANCO

Quelle est la meilleure thérapeutique à adopter lorsque les yeux ou les narines sont contaminés ?

M. GIUBILEO

En fait, ces contaminations sont rares. Dans un cas de contamination oculaire, nous avons procédé avec succès à un lavage avec du sérum physiologique qui a l'intérêt d'être hypertonique par rapport aux larmes. En raisonnant de manière analogue, il y a lieu de penser qu'il serait intéressant, dans le cas d'une contamination nasale, d'effectuer des lavages avec une solution hypertonique.

M. MECHALI

Pour mettre un terme à cette discussion sur les cas particuliers considérés, nous pouvons donc dire que :

- a) Lorsque les cheveux sont contaminés, il n'y a lieu de les couper qu'en dernier ressort. En effet, un produit spécial (le prosec) utilisé à Mol sous forme de solution a donné jusqu'à ce jour d'excellents résultats.
- b) La contamination des yeux est rare et peu d'observations sont actuellement disponibles. Néanmoins, dans un cas de contamination oculaire survenu à Ispra, le résultat a été excellent après rinçages répétés avec du sérum physiologique, lequel est hypertonique par rapport aux larmes.
- c) Enfin, selon M. GIUBILEO, des lavages avec du sérum physiologique ou mieux encore avec un sérum hypertonique seraient à recommander dans le cas d'une contamination des *narines*.

Quelle est la place qui doit être faite aux thérapeutiques spécifiques à telle ou telle substance contaminante, lorsque celle-ci est connue ?

M. LAFUMA

Les substances radioactives, lorsqu'elles sont répandues sur les téguments, peuvent se comporter de trois manières différentes, dont on peut déduire trois méthodes de traitement :

- ou bien le radioélément reste sous la forme monodispersée et il suffit d'un lavage avec de l'eau et du savon pour le dissoudre;
- ou bien le radioélément subit un changement de structure de telle sorte qu'il est adsorbé sur la peau. Il y a lieu, soit de l'enlever mécaniquement, soit de le ramener à l'état de solution saline, en utilisant pour cela tel ou tel adjuvant spécifique;

— ou bien le radioélément s'incorpore à la matière vivante en se complexant à la kératine de la peau. Il est alors nécessaire de faire appel à certains composés chimiques pour attaquer les complexes formés.

Quoiqu'il en soit, la tendance à la simplification signalée par la plupart des experts présents est fort sage. Il ne serait pas bon de s'engager dans la voie d'une décontamination sélective. Dans la pratique, les méthodes les plus simples sont les plus efficaces.

M. MECHALI

En conclusion, lorsqu'une contamination externe survient accidentellement, il importe de pousser la décontamination aussi loin que possible. Pour la plupart des auteurs, il est essentiel de faire vite. Pour d'autres, il y a lieu d'utiliser parfois des méthodes plus spécifiques. Ces dernières peuvent être intéressantes lorsque l'agent contaminateur est bien identifié. Quoiqu'il en soit, il y a lieu de se souvenir que certains radioéléments diffuseraient très vite à travers la peau saine. Dès lors, il y a lieu de vérifier que la contamination interne consécutive est ou n'est pas significative.

CHAPITRE II

Problèmes pratiques qui se posent en matière de traitement d'une contamination interne

M. MECHALI

La contamination interne peut être consécutive à une blessure. Elle pourrait, en certains cas, résulter de la pénétration de substances radioactives à *travers la peau saine*. Elle est rarement le fait d'une ingestion (aspiration par pipettes). Le plus souvent, elle résulte d'une inhalation de radioéléments.

Le problème majeur qui se pose est celui de la détermination de niveaux de contamination justifiant une thérapeutique décontaminatrice. A cet égard, il y a lieu de mettre en balance les inconvénients de la contamination proprement dite et ceux qui pourraient résulter d'une thérapeutique décontaminatrice.

Cette question des niveaux a déjà fait l'objet d'une publication à la suite du colloque de Mondorf. Nous rappellerons brièvement que dans la pratique, il est d'usage de distinguer :

- un niveau d'investigation et
- un niveau d'action.

a) Le niveau d'investigation est celui au-delà duquel il y a lieu, pour essayer de préciser la valeur de la contamination, d'effectuer des recherches complémentaires :

- sur l'organisme de l'individu contaminé;
- sur celui des compagnons de travail susceptibles d'être eux aussi contaminés;
- sur les conditions de travail.

On admet généralement que ce niveau correspond à une incorporation entraînant pour l'organe critique une dose engagée égale à 1/10 de la dose maximale admissible trimestrielle.

Il est à remarquer que le fait d'atteindre ce niveau n'entraîne pas en général l'institution d'un traitement.

b) Le niveau d'action, celui à partir duquel on devra traiter le malade, ne peut être fixé de façon générale. Il dépend, en effet, du bilan entre les conséquences de la contamination d'une part, l'efficacité des traitements possibles et les inconvénients qu'ils peuvent présenter d'autre part.

M. LAFUMA

Il est à remarquer que certains traitements, pour être efficaces, doivent être mis en œuvre avant toute évaluation. C'est ainsi que, dans le cas d'une contamination par plutonium, il faut agir immédiatement et dans les minutes qui suivent l'accident. Le plutonium diffuse, en effet, très rapidement dans l'organisme, que la contamination soit le résultat d'une plaie contaminée ou d'une inhalation. Il y a lieu, et le plus tôt possible, soit dans le cas d'une plaie, de casser le contenu d'une ampoule de DTPA sur une compresse que l'on applique sur la plaie, soit à la suite d'une inhalation, de faire inhaler à la victime un aérosol de solution de DTPA.

Les mesures ne doivent être effectuées qu'après ce traitement d'urgence. En fonction de ces mesures (et, dans le cas d'une contamination par plutonium, il y a lieu d'effectuer non seulement une détection externe au niveau du poumon ou de la plaie, mais également des mesures sur les urines, le sang, les fèces, les sécrétions nasales), selon que les niveaux sont atteints ou dépassés, le médecin doit décider de l'opportunité d'un *traitement chronique*.

M. MANQUENE

Sur le plan *pratique*, et pour schématiser, il est possible de considérer trois niveaux en fonction des mesures à prendre :

- sur le lieu même du travail;
- au service médical de l'entreprise;
- en milieu hospitalier.

Dans certaines installations, si l'activité incorporée par inhalation est supérieure à 40 CMA-heures (hormis le cas d'une inhalation de plutonium considéré plus haut), la victime est soumise systématiquement à un traitement d'urgence par aérosol de DTPA.

M. DELPLA

Pour ce qui concerne les problèmes posés par le traitement d'une contamination interne, on admet effectivement en général que le niveau d'investigation correspond au dixième de la charge maximale admissible de l'organisme (QMA).

Mais il n'est pas sans inconvénient de considérer la valeur de la QMA, établie dans l'hypothèse d'une contamination continue et constante du milieu de travail, pour fixer un niveau d'investigation après une contamination unique. Il faut, pour chaque cas, fixer le niveau d'investigation à la

charge qui donnerait, dans l'organe (ou dans l'organisme entier) par exemple, le dixième de la dose maximale admissible en 13 semaines. On en déduit la valeur de la mesure, soit à l'anthropogammamètre, soit pour l'activité des urines, qui correspond au niveau d'investigation.

Les valeurs des QMA (contamination continue ou unique) peuvent varier, pour certains radioéléments contaminants, d'un facteur supérieur à dix.

Il est commode, en pratique, d'exprimer l'activité inhalée en prenant la CMA-heure pour unité, parce que cette activité peut être évaluée en effectuant le produit de la contamination de l'air (exprimée en prenant pour unité la valeur de la contamination maximale admissible ou CMA) par la durée de séjour dans cet air (exprimée en heures).

Pour cela, il faut préciser de quelle CMA il s'agit (celles qui figurent dans le J.O. des Communautés européennes, par exemple, calculées pour une irradiation continue des personnes professionnellement exposées). D'après les directives de ce même J.O., l'exposition en une fois à 2000 CMA-heure est permise, mais doit être évitée dans toute la mesure du possible. On ne voit donc pas pourquoi au-delà de 40 CMA-heure la victime serait soumise systématiquement à un traitement d'urgence par aérosol de DTPA.

Certes, la valeur de 40 CMA-heure a été mentionnée par l'un des experts; je suppose que la valeur de la CMA prise pour unité est celle qui correspond à une exposition d'un travailleur professionnellement exposé limitée à 40 h/semaine.

M. MORONI

En France, le SCPRI recommande la pratique suivante :

- a) Sur le plan de la *prévention*, il est nécessaire de mettre en place un système local d'intervention en fonction de plusieurs niveaux. Ce système doit prévoir des gestes immédiats, et — notamment dans le cas d'une ingestion qui semble représenter une éventualité plus fréquente qu'on ne le croit — un protocole qui tienne compte de la qualité des services médicaux locaux.
- b) En cas d'*accident*, la dose de 25 rem a été adoptée dans beaucoup de cas comme une valeur d'irradiation limite au-dessus de laquelle le médecin est tenu d'avoir une attitude précise.

Il importe, en particulier, de codifier avec bon sens quand il y a lieu :

- de ne rien faire;
- de procéder à une intervention téléguidée;
- d'entreprendre des traitements drastiques;
- d'évacuer sur Paris.

M. CARPAIJ

En cas d'ingestion accidentelle de substances radioactives, la pratique en vigueur aux Pays-Bas est la suivante. Avant même de connaître la quantité absorbée, on procède à un lavage d'estomac et l'on administre à la victime un laxatif (SO_4Mg). Ce n'est qu'ensuite, en fonction des quantités mesurées et de la nature du nucléide, que l'on institue un traitement spécifique approprié. Quoiqu'il en soit, une thérapeutique est instituée si l'incorporation correspond à une dose engagée équivalente à la moitié de la dose annuelle maximale admissible.

M. MECHALI

Cette référence à la moitié de l'incorporation maximale admissible comme niveau à retenir pour l'institution d'un traitement chronique n'est pas admise par la plupart des auteurs.

Si pour la mise en œuvre d'une thérapeutique d'urgence, une contamination supérieure à 40 CMA/heure semble devoir être retenue par beaucoup, la majorité des médecins estime que la contamination doit être de l'ordre de 2 fois la charge corporelle maximale admissible pour justifier un traitement chronique.

Choix du chélateur

M. LAFUMA

Le choix d'un chélateur vis-à-vis des éléments de valence 3 et 4, repose sur une double appréciation relative à l'efficacité et à l'innocuité. L'efficacité d'un chélateur croît avec son poids moléculaire. A cet égard, le DTPA occupe une position moyenne. Il est plus actif que l'EDTA et moins actif que le TTHA. Si l'on considère la toxicité du chélateur en ne retenant que ces trois derniers qui sont les plus connus et pratiquement les seuls à être utilisés dans la pratique de la décontamination, c'est encore le DTPA qui occupe la position moyenne. En effet, la toxicité d'un chélateur croissant avec le nombre des fonctions acides qui sont liées à sa molécule, le DTPA peut être considéré comme moins toxique que le TTHA, mais comme plus toxique que l'EDTA.

De toutes les expérimentations, qui ont été effectuées sur l'animal et de toutes les observations disponibles en clinique, il peut être déduit que le DTPA :

- est de tous les chélateurs celui dont il faut recommander l'emploi;
- n'est pas plus toxique que l'aspirine, à poids égal;

- n'est pas néphrotoxique chez l'animal si l'on doit entreprendre un traitement prolongé;
- est éliminé selon le même processus métabolique que l'inuline ou la créatinine;
- ne donne pas d'anomalies constatables pour les doses couramment délivrées au patient (1/10 de g par semaine).

L'innocuité du DTPA est telle qu'on peut l'utiliser lors même que la contamination n'est que suspectée.

Un des inconvénients du DTPA serait d'épuiser les oligo-éléments indispensables à l'organisme. En fait, dans un traitement chronique échelonné sur plusieurs semaines, le DTPA est administré par voie IV à la dose de 1/10 de g par semaine, et l'on considère — cela est démontré — qu'un apport alimentaire équilibré suffit pendant un intervalle d'une semaine, à redonner à l'organisme les oligo-éléments dont il a besoin.

Un autre inconvénient est à noter également : le DTPA est douloureux lorsqu'il est appliqué directement sur les plaies. On diminue nettement ce désagrément en utilisant des solutions concentrées.

Le DTPA se présente essentiellement sous deux formes salines selon qu'il est combiné au zinc ou au calcium. Le DTPA-zinc est plus actif mais non commercialisé. Quelle que soit la forme sous laquelle il se présente, ce médicament n'est pas « officialisé » dans la pharmacopée italienne, ce qui légalement pose un problème d'introduction en Italie. Les difficultés sont identiques en Allemagne.

Théoriquement, les préparations de DTPA seraient périmées au bout d'un an de conservation. En fait, il semble bien que même au bout de 4 années de stockage le produit ait encore une activité satisfaisante.

Contamination par le plutonium et les transuraniens

M. LAFUMA

Ainsi que cela a été spécifié plus haut, une telle contamination justifie l'emploi du DTPA aussi bien en thérapeutique d'attaque qu'en thérapeutique chronique. Un tel traitement doit être institué d'urgence, immédiatement même en cas de faible contamination.

Il est difficile de déterminer une activité incorporée en fonction de mesures directes effectuées par détection externe sur la victime ou indirectes effectuées sur le sang, les fèces, les urines, etc. Il est donc difficile de fixer des niveaux d'action et cela d'autant plus que l'on ne sait jamais quelle sera la charge osseuse consécutive à une contamination par plutonium ou américium.

Schématiquement on admet que, spontanément, l'organisme élimine la moitié du plutonium incorporé. Les thérapeutiques d'attaque et chronique

par le DTPA permettent d'éviter la capture définitive par le squelette. Quoiqu'il en soit, il semble que le traitement chronique puisse et doive, dans certains cas, être poursuivi pendant 3 ans. Il est inutile de prolonger indéfiniment le traitement. En tous les cas, il est important de surveiller la charge corporelle pendant toute la durée du traitement (1).

Contamination par les alcalins

M. LAFUMA

Les métaux alcalins (Cs, Na, K, Rb, Ru) sont dispersés rapidement dans l'organisme. Vis-à-vis d'une contamination provoquée par ces radioéléments, il est généralement difficile d'instituer un traitement véritablement efficace. Cependant, dans le cas d'une contamination de l'organisme par du césium, il est d'usage d'administrer du bleu de Prusse à la victime soit sous forme de lavages locaux, s'il s'agit d'une plaie contaminée, soit par voie orale (1 g), en cas d'inhalation. Une telle thérapeutique ramène la charge corporelle environ au tiers de l'incorporation initiale. Elle a l'avantage d'être simple et anodine. En outre, elle est la seule qui soit disponible actuellement.

Contamination par les alcalino-terreux

M. LAFUMA

Les métaux alcalino-terreux (Ca, Sr, Ba, Ra) se concentrent dans le squelette d'où ils ne s'éliminent que très lentement. En particulier, le strontium de valence 2+ a un métabolisme semblable à celui du calcium et sa période biologique est de 2000 jours chez l'homme.

Il n'existe en matière de décontamination de l'organisme à la suite d'une incorporation de radio-strontium que deux thérapeutiques valables :
— l'administration de strontium stable ;
— la mise en œuvre d'un régime approprié et dûment équilibré en calcium et en phosphore.

Cela n'exclut pas qu'immédiatement après un accident de contamination, il ne soit pas sans intérêt d'administrer per os du sulfate de magnésium (10 g).

(1) Il y a lieu d'ajouter que l'administration de DTPA ne représente pas l'essentiel de la thérapeutique dans le cas d'une contamination par plaie.

L'acte essentiel — si celui-ci est possible — est chirurgical. C'est au médecin de prendre la décision qui s'impose.

Contamination par l'uranium

M. LAFUMA

L'uranium naturel ne pose qu'un problème de chimiotoxicité. Seul l'uranium enrichi pose un problème radiotoxicologique.

L'uranium existe sous deux états de valence, 4 et 6. Lorsqu'il se présente sous forme de valence 4, il diffuse peu. Progressivement cependant il se transforme en uranium de valence 6. L'uranium de valence 6 se transforme en ion uranyl UO_2^{++} de valence 2 qui en milieu biologique a un comportement identique à celui des alcalino-terreux. Il se concentrerait donc dans le squelette si une certaine proportion ne précipitait dans le tube rénal.

La plus simple et la plus efficace des thérapeutiques consiste à administrer à la victime du sérum bicarbonaté identique à celui qui est utilisé en pratique médicale classique pour lutter contre l'acidose.

Contamination par l'iode

M. LAFUMA

Dans le cas d'une contamination par l'iode, l'administration d'iode stable est de loin la meilleure thérapeutique. On administre à la victime 50 mg d'iodure de potassium ou de sodium ou quelques gouttes de teinture d'iode dans de l'eau.

M. MECHALI

Il y a lieu de souligner que le blocage de la thyroïde est d'autant plus important que l'iode stable est administré plus précocement. Le blocage est pratiquement total au bout d'une demi-heure si la dose est de 100 mg immédiatement après l'accident. En outre, un tel blocage durera pendant 24 heures. Si un tel traitement est mis en œuvre 6 heures après un accident, on ne peut espérer diminuer la fixation thyroïdienne que de 50 %.

M. RECHT

Une telle posologie (50 ou 100 mg) est en général bien supportée. Elle est nécessaire et suffisante. Le seul risque est celui de voir le traitement mal supporté par certains individus (idiosyncrasies). A titre préventif, une telle thérapeutique présente un intérêt certain vis-à-vis des sauveteurs.

M. MOEHRLE

En cas d'accident, il est à souligner en outre que le problème essentiel est surtout d'ordre pratique. Il s'agit d'être en mesure de pouvoir distribuer de l'iode stable à toutes les personnes susceptibles d'être contaminées et cela dans les meilleurs délais.

Contamination par le tritium (eau tritiée)

M. LAFUMA

Le traitement des contaminations par le tritium repose essentiellement sur la mise en œuvre d'une accélération du métabolisme de l'eau par administration :

- d'eau d'une part;
- de diurétiques d'autre part.

M. MECHALI

Dans un cas observé au C.E.A., une telle thérapeutique aurait permis de diminuer environ d'un facteur 3 la charge corporelle initiale en ramenant la période biologique de 8 à 3 jours.

M. RECHT

Si la majeure partie de l'eau tritiée absorbée suit le métabolisme général de l'eau, il semble certain cependant qu'une faible proportion du tritium est incorporée au niveau des macromolécules. Une inconnue persiste donc quant à la toxicité de ce radioélément, ce qui impliquera peut-être une révision des valeurs données pour les CMA. Quoiqu'il en soit, un élément incertain demeure en ce qui concerne les risques biologiques à long terme.

Contamination consécutive à l'incorporation de molécules marquées par le tritium ou le carbone-14

M. LAFUMA

Lorsque la contamination est due à du carbone-14 ou à du tritium incorporés à une molécule marquée (thymidine tritiée par exemple), il semble bien qu'il n'existe aucune thérapeutique actuellement connue et efficace.

Cas particuliers

M. GIUBILEO

a) *Le « lavage du poumon »*

Quelle est la place thérapeutique qui pourrait être réservée à la technique du lavage du poumon ?

M. LAFUMA

La technique du lavage pulmonaire aurait expérimentalement donné des résultats intéressants. Ce qui est important, c'est de favoriser la sortie des macrophages, dont la vitesse de renouvellement est extrêmement rapide au niveau des alvéoles. Il ne sert à rien de provoquer leur formation qui risquerait d'amener un blocage. Il faut que les macrophages puissent sortir du poumon. Cependant, cette technique est encore aujourd'hui difficile à conseiller car, jusqu'à ce jour, il n'a été possible de laver qu'un ou deux lobes, mais jamais à la fois les deux poumons.

Au bout de 6 heures, 95 % des particules sont fixées dans les alvéoles, si bien qu'une telle pratique exigerait, pour être efficace, qu'elle soit mise en œuvre immédiatement après la contamination et qu'elle soit réalisée lobe après lobe, ce qui semble techniquement difficile et physiologiquement peu acceptable. En fait, la décontamination des alvéoles pourrait être étudiée sous un autre aspect, c'est-à-dire sous l'angle de l'épuration. Il est actuellement possible d'empêcher un poumon de s'épurer, par contre, il est impossible d'accroître l'épuration pulmonaire naturelle.

b) *Contamination due au polonium-210*

La pénicillamine a été signalée comme étant d'intérêt après une contamination par le polonium-210. Cependant, une victime contaminée au C.E.A. par ce radioélément a été soumise sans aucun succès à cette thérapeutique.

c) *Contamination des sinus de la face*

M. JOLIVET

Lorsque l'on parle de contamination par inhalation, il est logique de penser tout d'abord à une contamination pulmonaire. Cependant, l'air contaminé pénètre aussi dans les sinus de la face. Quel est l'état actuel des connaissances en matière de contamination et de décontamination éventuelle des sinus de la face ?

M. LAFUMA

Les sinus de la face s'épurent spontanément et, jamais, il ne persiste au bout de 8 jours une quantité représentant plus de 1 % de la quantité initialement présente. Pour cette raison, nul ne s'est penché sur ce problème.

Cependant, cette contamination est beaucoup plus importante qu'on ne le croit et il s'opère dans ces cavités une importante rétention par capture mécanique. A cette rétention fait suite une production massive in situ de macrophages qui s'éliminent très rapidement.

d) Niveau de déclenchement de la thérapeutique

M. MECHALI

Dans la plupart des cas, les thérapeutiques sont fort bien supportées et ne présentent que des inconvénients mineurs. Dès lors, il est intéressant de les mettre en œuvre dès que la contamination n'est pas négligeable. Cependant, il semble bien « intuitivement » qu'il existe des niveaux à partir desquels il est nécessaire d'entreprendre une thérapeutique prolongée et des niveaux à partir desquels il y a lieu de suspendre celle-ci.

Le niveau de 40 CMA/h ne concerne que les thérapeutiques immédiates. En fait, le traitement (dans le cas des transplutoniens notamment) est limité par l'efficacité de celui-ci, efficacité qui est pratiquement nulle au bout de quelques années. Quoiqu'il en soit, il est difficile de fixer un niveau de charge corporelle justifiant un traitement, car on ne connaît jamais exactement quelle est ou quelle sera la charge osseuse.

Sur un plan plus général, il y a lieu de tenir compte d'un certain élément psychologique en ce sens que les contaminations internes sont relativement fréquentes, mais généralement de très faible importance. Dès lors, il n'est pas sans intérêt, par exemple, de se demander comment les individus réagiraient à un traitement systématique par bleu de Prusse à chaque fois qu'une incorporation de césium très faible serait signalée ou seulement soupçonnée.

L'échange de vues que nous venons d'avoir sur les principaux problèmes qui se posent dans la pratique en matière de décontamination de l'organisme à la suite d'une contamination de celui-ci par des substances radioactives montre que bien des problèmes ne sont pas parfaitement résolus. Dès lors, il paraît nécessaire de procéder à intervalles réguliers à des échanges d'informations entre experts. Il est clair que ces échanges d'informations devraient non seulement porter sur les procédés qui sont mis en œuvre, mais aussi qu'ils devraient ultérieurement mieux mettre en évidence les niveaux à partir desquels une thérapeutique est ou doit être mise en œuvre.

M. RECHT

Cette idée que M. MECHALI vient d'exprimer pour conclure la présente réunion correspond parfaitement aux objectifs de la Direction de la Protection Sanitaire, dont l'intérêt social et médical est évident. C'est pourquoi je propose, à chacun des participants, de nous adresser par écrit des informations précises sur les produits qu'il utilise lorsqu'il met en œuvre un traitement et sur les niveaux à partir desquels il entreprend un tel traitement. Je propose que ces renseignements figurent en annexe dans la publication des travaux de cette réunion.

Dans la mesure du possible, la Direction de la Protection Sanitaire, qui est parfaitement consciente de l'importance de ces travaux, s'efforcera à l'avenir d'organiser de tels échanges de vues à intervalles réguliers.

✱

ANNEXES

Thérapeutiques actuellement en usage dans différents services médicaux d'installations nucléaires de la Communauté

Annexe I

Procédés de décontamination utilisés au Service médical de la Gesellschaft für Kernforschung m.b.H., Karlsruhe (Allemagne)*

Dans chaque installation nucléaire où des radioisotopes sont manipulés, il existe une section dite de décontamination qui comporte, en général, uniquement une ou deux douches ordinaires installées dans un espace relativement restreint. Ces installations sont malheureusement assez mal conçues. Une faible contamination, sans complication, des mains par exemple, nécessite au moins une demi-heure à une heure de traitement. En outre, l'expérience a montré qu'après les mains, les parties du corps les plus fréquemment contaminées sont les cheveux et le visage. Il est difficile d'imaginer une décontamination des cheveux, du visage et des mains sous la douche. La contamination radioactive est fatalement répartie sur tout le corps, même si elle est diluée, et les pieds se trouvent fatalement dans le liquide contaminé qui a servi au lavage. Il est impossible a priori de décontaminer des surfaces plus réduites et mieux circonscrites et de protéger éventuellement au préalable les parties voisines. Les mesures régulières de contrôle en vue de déterminer l'effet de décontamination, exigeraient que l'on sorte de la douche, que l'on asperge toute la pièce et que l'on procède chaque fois à une mesure du corps entier, même s'il s'agit d'une contamination localisée. Le seul cas où une douche serait indiquée est celui d'une contamination du corps entier. Mais ici également on devrait au moins disposer, en plus de la pomme d'arrosage fixée au plafond, d'une douche à main supplémentaire et, en outre, d'une grille en matière synthétique placée à au moins 3 à 4 cm du sol, afin d'éviter, dans une certaine mesure, que les pieds ne

* Contribution fournie par le Dr MOEHRLE, chef du service médical de la Gesellschaft für Kernforschung m.b.H., Karlsruhe (Allemagne).

baignent dans l'eau de lavage contaminée. Il s'est avéré que la meilleure solution pour une décontamination du corps entier consiste en une douche avec un dispositif particulier qui, en plus d'une pomme de douche mobile fixée au plafond, prévoit encore 4 pommes d'arrosage mobiles placées sur chacune des parois qui se font face, à une distance de 42 cm les unes au-dessus des autres. Dans ce système, la température de l'eau utilisée pour la douche est réglée par une robinetterie mélangeuse centrale.

Au moyen d'une pédale, la personne contaminée peut commander le débit de l'eau qui peut être maintenue à une température constante grâce à une robinetterie mélangeuse. Un simple levier permet de régler la pomme d'arrosage sur « douche » ou sur « jet », tandis que la douche à main, fixée à un flexible en caoutchouc, peut être déplacée à volonté au-dessus du lavabo.

Une installation pratique, appelée 'lave-cheveux', permet un lavage optimal des cheveux, effectué en arrière, ce qui a pour effet d'éviter une contamination secondaire du visage. En s'asseyant dans la position inverse, il est également possible de traiter efficacement à tout moment une contamination localisée ou superficielle du visage.

Il n'est pas nécessaire ni possible d'aménager partout de telles installations. Celles-ci devront, toutefois, constituer un stimulant pour la mise au point d'installations meilleures et plus pratiques que celles dont on dispose dans la plupart des cas.

Mesures générales et particulières de décontamination

L'expérience acquise jusqu'à présent dans le domaine de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire, a montré qu'un accident dû aux rayonnements est particulièrement rare, de même qu'une incorporation sérieuse. Dans l'un et l'autre cas, il existe fréquemment, cependant, une contamination externe.

En revanche, la contamination externe seule est chose courante en matière de radioprotection.

Quel est, dès lors, le meilleur moyen d'éviter une contamination ? Outre le respect des prescriptions en matière de radioprotection et l'information régulière de tous les collaborateurs manipulant des matières radioactives non scellées et travaillant dans des zones contrôlées, l'élément le plus important est la surveillance régulière des lieux de travail. La délimitation précise des zones contrôlées, le contrôle permanent et éventuellement discontinu de l'air ambiant, les contrôles réguliers des lieux de travail, des vêtements, des mains et des pieds lors de la sortie des zones radioactives, sont indispensables si l'on veut éviter une extension de la contamination. Il faut porter une attention particulière aux excoriations qui accompagnent les lésions et les blessures perforantes. La manipulation de préparations radioactives devra être interrompue, même en cas de lésions cutanées de

faible importance. Lorsque la peau a été éraflée par un objet contaminé, il faut immédiatement prendre des mesures afin d'éliminer la contamination de la peau.

Lorsqu'une contamination des mains a pu être constatée, il faut avant tout tenir compte du fait que d'autres parties du corps peuvent aussi être contaminées. Il en va de même lorsque l'on constate que les vêtements de laboratoire sont contaminés. En revanche, si ceux-ci ne sont pas contaminés, on peut supposer qu'il n'y a également aucune radioactivité sur la surface du corps protégée par les vêtements.

Outre les mains, une attention particulière doit être consacrée aux autres parties du corps non protégées par des vêtements, c'est-à-dire en particulier aux cheveux et au visage. Également les jambes sont exposées chez le personnel féminin, car les bas en nylon n'offrent pas de protection appréciable contre la contamination. Il faut éviter que la radioactivité localisée ne se propage à d'autres secteurs cutanés en enlevant les habits contaminés ou en nettoyant la peau. Il convient de veiller tout particulièrement à ce que, par suite des mesures de décontamination, la radioactivité qui se trouve sur la peau ne pénètre dans le corps par absorption cutanée ou par la bouche et le nez. Lorsque les caractéristiques du poste de travail permettent de supposer qu'une contamination par inhalation est possible, le personnel sanitaire procédera le plus rapidement possible au moyen d'un porte-coton à des prélèvements de nez et de gorge, qui seront ensuite mesurés.

L'efficacité de chaque traitement décontaminant dépend de la rapidité avec laquelle on agit. Le personnel chargé de la radioprotection doit, par conséquent, recevoir une formation appropriée et chaque travailleur occupé dans la zone contrôlée devrait savoir ce qu'il a à faire en pareil cas.

Les actes inconsidérés ne peuvent être évités que par une information et une formation permanentes.

La meilleure mesure pour traiter la peau contaminée consiste en un lavage minutieux à l'eau courante tiède, en utilisant éventuellement un savon doux. Toute la surface contaminée devra être recouverte d'une mousse épaisse, puis, abondamment rincée à l'eau. Ce traitement doit être répété plusieurs fois durant plusieurs minutes. Le lavage peut encore être renforcé au moyen d'une brosse souple, de préférence en nylon. Il faut brosser en n'appuyant que très légèrement, car toute excoriation de la peau doit être évitée! Lorsque les mains sont contaminées, il faut veiller à nettoyer avec un soin tout particulier les plis de la main, et les sillons périunguéraux. De même les ongles doivent être coupés.

Lorsque ce lavage minutieux a été effectué plusieurs fois, il est nécessaire de procéder à un contrôle à l'aide d'un appareil de mesure. Pour essayer les mains, il existe des serviettes en matière cellulosique qui, après usage, doivent être jetées dans un récipient destiné à recevoir les objets contaminés. Il s'est avéré que, de simples seaux à pédale, de couleur particulière, renfer-

mant une feuille de plastique scellée en forme de sac, convenaient parfaitement pour un tel usage. C'est en général après le premier lavage que l'on constate l'effet maximal de décontamination. La suite du traitement décontaminant peut alors se dérouler très lentement, jusqu'à ce que les valeurs maximales admissibles soient atteintes. Il faut répéter sans cesse, avec patience, le lavage à l'eau courante tiède avec du savon et une brosse, même si, souvent, les contrôles n'indiquent pratiquement plus d'autre effet décontaminant. Lorsque les résultats obtenus ne sont pas satisfaisants, on peut aussi utiliser les poudres à laver et les agents mouillants du commerce. Il existe dans le commerce divers produits utilisés contre l'encrassement tenace de la peau, qui peuvent également être employés en cas de contamination et sont généralement basés sur le principe du frottement. On a constaté de bons résultats en utilisant de l'acide citrique à 3 %, lequel convient également très bien pour la décontamination des muqueuses et de la gorge. On peut également se servir de celui-ci pour traiter les cheveux contaminés, après shampoing soigneux. En cas de contamination oculaire, il faut écarter les paupières et rincer soigneusement l'œil à l'eau courante, en dirigeant le jet de la commissure oculaire interne à la commissure oculaire externe, afin d'éviter une contamination supplémentaire des canaux lacrymaux. Si la contamination est provoquée par des isotopes de très haute radiotoxicité ou des radioactivités importantes, d'autres mesures de décontamination devront être prises, si possible sous contrôle médical et aussitôt après le premier lavage. On a pu constater, par exemple, que l'eau combinée avec un mouillant, un complexant et un réactif à pH approprié, a un effet nettement potentialisateur. Cette solution utilisée par Nosek et Chmelar se compose de 5 g de sel disodique de l'EDTA (en poudre), 5 g de sel de sodium de l'acide lauryl-sulfonique, 5 g d'amidon purifié par électrophorèse et de 85 g de carbonate de sodium cristallisé dans 1000 cm³ d'eau.

Cette solution peut être conservée pendant plusieurs mois dans des bouteilles en plastique et doit éventuellement être secouée avant utilisation. On a constaté qu'il était pratique d'appliquer cette solution, ainsi que celles qui seront encore indiquées ci-après, sur la peau contaminée au moyen d'un flacon pulvérisateur en plastique.

Une autre méthode qui a fait des preuves consiste à utiliser le permanganate de potassium à 4 %. Un bon résultat peut également être obtenu en utilisant par exemple, une solution saturée à parties égales de permanganate de potassium avec une solution d'acide sulfurique (0,2 N) à 1 %. Ce mélange doit être versé sur les mains mouillées et recouvrir soigneusement les ongles et les régions périunguales. Toute la surface de la main, y compris les espaces interdigitaux, est légèrement frottée à l'aide d'une brosse. Au bout de 2 minutes environ, les mains sont rincées à l'eau courante tiède. La coloration brun foncé qui apparaît sur la peau est ensuite éliminée avec une solution de bisulfite de sodium à 5 %, fraîchement préparée. On rince ensuite les mains pendant 2 minutes après les avoir légèrement frottées et brossées.

Comme la solution susmentionnée de permanganate de potassium additionné d'acide sulfurique à 1 % ne se conserve pas longtemps et qu'il se dépose de la pyrolusite, il s'est avéré très pratique de disposer à chaque fois d'un litre d'acide sulfurique (0,2 N) à 1 % dans une bouteille en matière synthétique et en outre, de 65 g de permanganate de potassium cristallisé. Si besoin, le permanganate de potassium est ajouté à l'acide sulfurique à 1 %, on obtient au bout de quelques minutes, en agitant énergiquement, un mélange prêt à l'emploi. De la même manière, on peut avoir à sa disposition du sulfite acide de sodium dans des sachets scellés en plastique de 20 g chacun, qu'il suffit, au besoin, de dissoudre dans 400 cm³ d'eau pour obtenir la solution désirée.

Au cours des dernières années, les Américains ont utilisé avec succès, l'hypochlorite de sodium à 5 % (lessive de soude), en particulier dans les cas de contamination au plutonium. Il en résulte certes une irritation intense de la peau et en cas de contact trop long du liquide avec la peau, il se produit une légère brûlure, mais l'effet décontaminant est excellent. Lorsqu'après utilisation minutieuse de l'un de ces moyens de décontamination, on ne constate pas d'effet satisfaisant, il est recommandé d'employer les autres moyens. Pour le lavage d'autres parties du corps, telles que, par exemple, le cou, le visage, les oreilles, on peut utiliser les solutions susindiquées, en particulier la solution de Nosek et Chmelar, après avoir convenablement recouvert les parties voisines d'ouate légèrement absorbante.

Pour toutes ces méthodes, il convient toutefois de veiller toujours à ce que la peau ne soit pas mise à trop rude épreuve. Si, en dépit de toutes les précautions prises, l'effet de décontamination est encore insuffisant, la décontamination doit souvent être interrompue et reprise après plusieurs heures ou remise au lendemain. Cela se comprend aisément, étant donné qu'une extension de la contamination est extrêmement probable après tous les lavages effectués, alors qu'en revanche on peut craindre une lésion de la peau si l'on poursuit la décontamination. Une autre méthode pour lutter contre les contaminations de la peau moins importantes et mieux circonscrites consiste à appliquer des sparadraps ou des « Tesafilms », etc. Une bande de sparadrap est appliquée sur la peau contaminée et est ensuite arrachée (il va de soi que les poils devront être préalablement rasés). Après cette première application de sparadrap, on colle et on arrache aussitôt au même endroit une deuxième, une troisième et même une quatrième bande. Cette mesure exige peu de temps. Après trois ou quatre opérations semblables la contamination est déjà éliminée pour plus de 90 %. Les particules radioactives peuvent être encore plus aisément enlevées de la peau en pulvérisant une couche de laque sur l'endroit contaminé et en l'arrachant ensuite au moyen d'une bande adhésive.

Une autre méthode consiste à enduire de collodion les petites surfaces. Lorsque, après quelques jours, les couches externes de l'épiderme se détachent, elles emportent l'activité.

A Harwell, enfin, on utilise une méthode quelque peu différente : La main ou le doigt contaminés sont trempés dans de la cire chaude, fondue. Après les avoir retirés, on enlève la couche de cire qui s'y trouve. De cette manière la peau est moins endommagée que par l'utilisation du sparadrap.

En France, finalement, on a encore effectué des expériences avec l'ionophorèse. Par ce procédé, il est possible d'éliminer les ions contaminés de la peau et des plis en créant un champ électrique.

Indications pour le traitement des blessures contaminées

Il va de soi que toutes les mesures susmentionnées en vue de la décontamination de la peau ne s'appliquent qu'à une peau intacte. La manipulation de matières radioactives non scellées présente toutefois également un risque de lésion cutanée par effet mécanique, thermique et chimique, qui favorise la pénétration des substances radioactives au niveau des tissus (blessures perforantes lors de la manipulation d'appareils en verre, lésions dues à l'action de l'acide ou de la lessive, brûlures). L'absorption des substances radioactives est déterminée par leur solubilité. En règle générale, on peut dire que la plupart des oxydes métalliques sont difficilement solubles et se résorbent très mal dans les liquides organiques. Les carbonates, sulfates et phosphates des métaux alcalino-terreux sont également peu solubles dans l'eau. En revanche, leurs chlorures et leurs nitrates sont généralement solubles.

Par suite de la mauvaise solubilité et de la résorption lente qui en résulte, une partie des particules radioactives reste dans la blessure pendant un laps de temps plus ou moins long et est partiellement absorbée par les tissus entourant la plaie. Par contre, les substances radioactives facilement solubles dans les liquides tissulaires sont très rapidement absorbées par l'organisme. Une résorption particulièrement intense de substances radioactives se produit en cas de lésion musculaire. La résorption est plus lente lorsque seul le tissu cellulaire sous-cutané est blessé. On sait que la résorption peut commencer dans les premières minutes qui suivent l'accident et que l'activité la plus élevée peut déjà être constatée dans le sang au bout de 2 à 3 heures. Comme l'ont montré des observations faites notamment par Chromow, les processus dégénératifs et nécrotiques les plus divers se développent sous l'action des substances radioactives dans les cellules situées à la surface de la plaie entraînant souvent des complications infectieuses. En raison de l'effet nocif des particules radioactives sur le site même de la blessure et du risque de résorption dans l'organisme, il convient d'attacher une importance particulière à un traitement chirurgical de la blessure aussi efficace et rapide que possible. On a pu démontrer que, pour de grandes quantités d'activité, les lésions cellulaires siégeant au niveau même de la blessure peuvent atteindre un degré tel que même l'élimination complète des particules radioactives de la blessure, quelques heures après l'accident, ne

permet plus d'empêcher le développement de processus dégénératifs et surtout nécrotiques. D'après des expériences sur des animaux, effectuées par Salak et ses collaborateurs, l'absorption au niveau d'une plaie récente est de 50 à 60% moindre, probablement à cause de la vasoconstriction réflexe, que celle qui se produit au niveau d'une plaie survenue 24 heures plus tôt. Ultérieurement l'absorption est de nouveau plus faible.

Toute une série de mesures pratiques découlent de ce qui précède. Toute blessure contaminée doit être lavée le plus rapidement possible à l'eau courante. Les lèvres de la plaie devront être écartées, afin de favoriser le saignement et d'assurer un rinçage efficace. Pour activer l'écoulement du sang, il est parfois utile de poser un garrot qui empêche le reflux dans la veine, sans gêner le flux sanguin dans l'artère. S'il est posé le plus près possible de la blessure, ce garrot permet en même temps de faire en sorte que, même en cas d'absorption rapide des substances radioactives, l'activité ne pénètre que progressivement dans la circulation sanguine. Ce délai donne éventuellement au médecin la possibilité d'entreprendre par voie IV un traitement d'élimination à un stade encore relativement précoce avant que l'activité ne se répartisse dans l'organisme. Toutefois, le garrot ne devra pas être posé pendant plus de 10 à 15 minutes sans contrôle médical. Un autre traitement d'urgence consiste à appliquer un pansement sec et stérile sur la blessure contaminée rincée avant d'évacuer le blessé vers l'installation centrale de décontamination.

Annexe II

Techniques de décontamination en usage au service médical du Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire de Mol (Belgique)*

La décontamination corporelle s'effectue selon des principes et des techniques entièrement différents suivant qu'il s'agit d'une contamination de la peau intacte, de la peau lésée ou des organes internes.

Décontamination de l'épiderme intact

La décontamination cutanée se fait suivant un schéma classique commençant par le lavage à l'eau et au savon avec brossage éventuel. Elle se poursuit par l'application de pommade décontaminante et, en cas d'échec des deux premiers stades, par le lavage au permanganate de potasse. Enfin, elle se termine par l'application d'un onguent destiné à diminuer l'irritation cutanée éventuelle et à poursuivre, s'il le faut, la décontamination.

Chaque laboratoire s'est inspiré de ce schéma en y introduisant certaines variantes basées sur la nature particulière des produits radioactifs manipulés ou sur la variété de produits décontaminants commerciaux localement disponibles.

Dans le Service Médical du C.E.N., il est procédé, en cas de contamination de l'épiderme intact, à un premier rinçage à l'eau tiède suivi de lavages à l'aide d'un savon non alcalin à base de triéthanolamine et de glycérine (Neutrogena).

Au deuxième stade, il est fait usage d'une série de produits décontaminants constitués soit de produits ou solutions prêts à l'emploi, trouvés dans le commerce ou de préparations extemporanées. Nous avons constaté qu'en raison de la facilité de leur emploi, il est fait usage dans une mesure de plus en plus large des spécialités commercialisées.

Voici d'ailleurs les produits en usage actuellement dans notre service avec quelques-unes de leurs caractéristiques particulières.

Le Decanol KD 1000 consiste en un mouchoir imprégné d'un mélange de substances dont la nature ne nous a pas été communiquée par le fabricant, présenté dans un sachet métallisé.

* Contribution fournie par le D^r FAES, chef du service médical du Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire de Mol (Belgique).

Son utilisation est très facile pour une première intervention sur une contamination légère localisée que l'on frotte sans plus jusqu'à obtention d'une décontamination satisfaisante. Il ne semble pas y avoir de contre-indication formelle à son utilisation.

Le savon Turco (Turco Decon Handsoap) est un savon liquide à base de potassium, d' amino sulfonate, de carbonate d'ammonium et de pyrophosphate. Ce savon est utilisé comme deuxième intervention avec brossage éventuel. Il convient de rincer abondamment et de s'arrêter dès l'apparition d'une irritation cutanée.

La solution savonneuse Prosec dont la composition ne nous a pas été communiquée, peut être utilisée en lieu et place de la solution précédente lorsqu'il faut intervenir sur des peaux délicates. Cette solution peut s'utiliser pour des lavages de la face à l'aide d'un gant ou sous forme de shampooing. Elle semble être peu irritante.

La solution Tide de composition inconnue se range dans la série des tensio-actifs. Il s'agit en fait d'un mélange comportant un agent mouillant et d'autres produits auxquels peuvent être ajoutés certains produits plus spécifiques tels que des entraîneurs. Il va de soi que les agents mouillants doivent être utilisés avec discernement sous peine de voir se transformer une contamination cutanée en contamination interne.

Le RBS 25 est une solution à 20 % d'un mélange non identifié d'agents tensio-actifs. Ce produit semble très efficace pour le traitement des mains contaminées, très souillées et à l'épiderme rugueux. Le brossage et le rinçage doit se faire avec prudence; le produit étant irritant pour les peaux sensibles.

Dans cette même série d'agents détergents ou tensio-actifs, on trouve le DDN 150 en solution à 2 % et le Teepol en solution à 10 % présentant pratiquement les mêmes avantages et inconvénients que les produits mentionnés plus haut.

Une place particulière revient au Decontacoll, présenté sous forme d'une pierre poreuse à base de polyuréthane légèrement abrasive. Elle est très pratique pour le traitement des contaminations localisées que l'on frotte généralement jusqu'à abrasion partielle ou totale de la couche cornée superficielle. Il faut toutefois éviter que l'irritation mécanique de la peau ne puisse aller jusqu'à la blessure.

En dehors des produits commerciaux, il est fait appel à certaines préparations extemporanées surtout lorsqu'on envisage une action plus spécifique du décontaminant. C'est ainsi qu'il est fait usage du *complexant* EDTA sous forme de sel calcique de l'*acide éthylène diamino-tetra-acétique*.

Le produit s'utilise sous forme de solution à 5 % en milieu acide (0,1 N) dans les contaminations cutanées par les métaux lourds. L'utilisation des agents complexants implique toujours un danger de résorption éventuelle du contaminant.

Certaines techniques de décontamination nous ont été proposées sans que nous puissions actuellement faire état d'une expérience suffisante pour

porter un jugement sur leur efficacité. Il s'agit entre autres d'une solution de latex aux propriétés adsorbantes ou d'échangeurs d'ions.

Parmi les techniques vraiment spécifiques, il faut citer l'emploi des acides dilués (0,1 N) tels que l'acide phosphorique, chlorhydrique ou sulfurique. Ils sont utilisés lorsqu'on envisage une solubilisation spécifique du contaminant. Il va de soi que leur emploi exige un rinçage abondant pour éviter l'irritation cutanée ainsi que la connaissance exacte de la nature du contaminant.

Dans la même gamme des agents spécifiques se trouvent les *entraîneurs*. Il s'agit de sels solubles, divers utilisés comme diluants et solubilisants spécifiques, dont l'emploi ne présente pratiquement pas de danger mais exige comme plus haut la connaissance parfaite de l'agent contaminant.

Lorsque l'emploi d'une ou de plusieurs des solutions mentionnées plus haut ne permet pas de réduire la contamination en-dessous des limites acceptables, il est fait appel à l'utilisation de la solution saturée de permanganate de potasse agissant comme oxydant kératolytique. Un brossage de 1 à 2 min. à l'aide de cette solution suivi par un lavage au bisulfite de soude à 5% se révèle en général extrêmement efficace. Il arrive que ce procédé n'élimine cependant pas un contaminant relativement pénétrant. En ce cas, il n'est pas recommandé de recommencer trop souvent cette technique qui lèse forcément l'intégrité de l'épiderme.

En dehors de l'utilisation de tous les produits mentionnés plus haut et dont le mécanisme d'action est souvent de nature chimique, on peut éventuellement faire appel à des techniques que l'on pourrait qualifier de physiques. C'est ainsi qu'il est fait usage de techniques d'abrasion dont nous avons déjà vu un exemple dans le cas du Decontacoll. Il nous est arrivé de pousser cette technique plus loin en utilisant du papier de verre ou d'émeri pour des contaminations cutanées rebelles très localisées. Cette technique très efficace ne peut être employée que pour un temps très court et sous eau courante.

On peut mentionner ici l'utilisation du sparadrap adhésif qui, dans beaucoup de cas à l'occasion de l'arrachement, supprime non seulement le contaminant mais aussi les couches superficielles de l'épiderme ce qui n'apparaît pas sans danger.

L'élimination des phanères tels que les poils, les ongles et les cheveux doit être parfois envisagée lorsque les techniques précédentes n'ont pas donné les résultats souhaités. Le cas s'est présenté, entre autres, pour des contaminations peu récentes des cheveux par l'iode radioactif.

Il arrive que l'utilisation d'une ou plusieurs de ces techniques de décontamination ne parviennent pas à amener la contamination au niveau souhaité ou encore que l'état de l'épiderme soit altéré au point qu'on ne puisse plus poursuivre les opérations. A ce stade, la poursuite de la décontamination est remise à plus tard. L'endroit contaminé se trouvant dans la plupart des cas sur les doigts ou la paume de la main, celui-ci est

enduit d'une pommade au bioxyde de titane dont les propriétés absorbantes sont encore discutées mais qui, par ailleurs, semblent avoir un effet lénifiant sur la peau irritée. Les mains ainsi enduites peuvent être enveloppées dans une bande de gaze. Un appoint supplémentaire peut être fourni par l'utilisation de gants en caoutchouc qui, en dehors du fait d'accentuer la décontamination par une sudation accélérée, empêche la transmission éventuelle de la contamination.

Décontamination de blessures

La décontamination des blessures se fait suivant une technique propre et, dans certains cas, spécifique suivant la nature du décontaminant.

L'action immédiate consiste à aider le saignement de la blessure puis à laver sous eau courante tiède. L'action médicale proprement dite peut débuter par un lavage local de la blessure à l'aide d'une solution de sérum physiologique. Les contaminations de blessure les plus graves et d'ailleurs les plus fréquentes dans nos laboratoires comportent la présence de plutonium ou d'autres transuraniens. En ces cas, il est fait usage d'une solution à 10 % d'acide diéthylène-triamino-pentaacétique (DTPA) pour effectuer le rinçage. Il nous a fallu, dans certains cas, nous y reprendre plusieurs fois avant d'obtenir ainsi une décontamination locale appréciable. Peut-être, l'agent contaminant et le DTPA doivent-ils être en contact pendant un certain temps avant formation du complexe.

Lorsque la contamination est très localisée (piqûre d'aiguille par exemple), on peut procéder à l'électrocoagulation de la blessure qui semble fixer le contaminant. Celui-ci sera rejeté ultérieurement avec l'escarre.

L'excision proprement dite n'est envisagée que si elle peut se faire sans provoquer de dégâts trop importants. Nous avons admis qu'elle s'impose si le dépôt renferme plus de 20 % de la charge corporelle admissible. Il va de soi qu'à partir d'un certain niveau une telle intervention ne peut être faite que par un chirurgien compétent.

Décontamination interne

Les contaminations internes sont exclusivement redevables d'un traitement spécifique. Nos connaissances actuelles, malheureusement, ne nous permettent pas dans beaucoup de cas de les traiter avec la même efficacité que les contaminations externes.

La contamination interne au plutonium qu'elle soit due à une blessure ou à une inhalation se traite à l'aide de DTPA. Celui-ci peut être injecté par voie intramusculaire mais on atteindra une efficacité plus grande en injectant par voie intra-veineuse une ampoule de 10 cc à 10 % soit 1 g DTPA mis en solution dans 250 cc de sérum physiologique, la perfusion durant de 1 à 2 h. Une mise en garde s'impose contre l'abus de ce médicament qui

pourrait provoquer des lésions rénales et une perte en calcium. Le DTPA serait en tout cas beaucoup moins toxique à cet égard que l'EDTA.

Une contamination assez courante par voie interne est due à l'inhalation de tritium ou d'eau tritiée. Fort heureusement cet élément a une demi-vie biologique relativement courte et son élimination peut être accentuée par l'administration de diurétiques et l'ingestion d'une quantité abondante de boisson.

Les contaminations internes dues à l'iode sont justifiables d'un traitement préventif et curatif consistant à bloquer la thyroïde par l'administration d'une certaine quantité d'iodure de potassium. Il arrive trop souvent malheureusement que les contaminations par inhalation soient signalées trop tard au Service Médical à un stade où l'utilisation de ces produits n'offre plus d'efficacité appréciable.

Les contaminations dues aux alcalins (potassium, rubidium, césium) d'origine récente sont traitées à l'aide de l'absorption de bleu de Prusse per os. Le traitement est d'une innocuité relative. Ces contaminations d'ailleurs sont relativement rares.

Il nous a été demandé enfin d'intervenir dans l'une ou l'autre contamination très ancienne au radium. Des essais ont été mis en route à l'aide d'alginate recommandé d'ailleurs également dans les contaminations au Sr 90. L'alginate étant particulièrement atoxique, son emploi n'offre aucune difficulté. Les résultats toutefois ne pourront être appréciés qu'à longue échéance.

Dans les lignes qui précèdent, nous avons repris les techniques de décontamination tant externes qu'internes que nous avons jusqu'ici mises en usage dans notre Service. Nous n'avons pas repris les techniques, tout aussi efficaces peut-être, dont nous n'avons pas l'expérience. Nous n'avons pas non plus cité des méthodes peut-être prometteuses mais se trouvant encore actuellement au stade expérimental.

Annexe III

Produits de décontamination employés dans des installations du Commissariat à l'Énergie Atomique (France)*

A — PÂTES

Pâte C. E. P.

- S'applique sans frotter sur l'épiderme.
- Avant sa complète dessiccation : un mouvement de rotation (à l'aide d'un tampon de coton ou avec la pulpe des doigts-gantés) entraîne les poussières radioactives et la première couche de cellules épidermiques prêtes à desquamer.

Fabricant : Centre d'Études Physio-esthétiques
13 bis, rue Beccaria , 75 Paris-12^e.

Savon THIOMIL : Forme abandonnée (usage peu pratique et onéreux).

Pâte THIOMIL

- À base d'huile thiophénique naturelle, produit d'origine allemande utilisé avec succès dans l'industrie automobile (cambouis). Adopté en décontamination cutanée. Résultats positifs. Produit non abrasif, légèrement alcalin. S'emploie à sec.

Concessionnaire : DAXELLO, Rue Beaurepaire, 75 Paris-10^e.

B — LOTIONS

Citrosil

- Antiseptique, s'emploie dilué à l'eau, pH 5,5, à base de para-iso-propyl orthocrésol.
- S'emploie avec succès dans les contaminations avec blessure légère associée.

Fabricant : Laboratoires LABAZ, 33 Ambarès-et-Lagrave.

* Contribution fournie par le D^r MANQUENE, conseiller médical de la Direction administrative du Commissariat à l'Énergie Atomique, Paris (France).

Difficulté d'achat sous forme de flacon-clinique, il est conseillé de s'approvisionner chez un pharmacien détaillant.

Dek 819

— Lotion laiteuse légèrement moussante, s'emploie pure (frottis et rinçage) pH 6,8.

Donne d'excellents résultats.

Fabricant : GEOSYL, 38, rue A. Poullain, 93 St.-Denis.

Solution Laroche-Novarron

— Légèrement alcaline, contient 5% d'EDTA, s'emploie diluée. Sensibles résultats dans la décontamination β .

Fabricant : Laboratoires Laroche-Novarron
63, rue Chaptal, 92 Levallois.

Savon C.E.P. au Protéol

— Savon liquide (utilisé durant les expériences de l'Armée au Sahara) donne de bons résultats en opérations de pré-décontamination (SPR local).

Produit suffisant pour une contamination superficielle causée par des poussières.

Fabricant : Centre d'Études Physio-esthétiques
13 bis, rue Beccaria, 75 Paris-12^e.

MONJOXYDASE : Eau siliciée naturelle renforcée d'huiles essentielles végétales riches en carbures terpéniques.

Actuellement stock épuisé (Décès de son inventeur).

Sa reconstitution est envisagée : sa formule étant en notre possession. Ce produit, appelé aussi MO 8385, était un décontaminant de premier ordre. Il a été créé par les Laboratoires GODAT à Neuilly.

Permanganate de Potasse

Sous forme de solution aqueuse à 20 %, utilisée très rarement.

DTPA

En dehors de l'utilisation de ce chélateur appliqué directement sur une plaie contaminée (en α principalement) ou administré par voie I.V. ou sous forme d'aérosols. Il est employé quelquefois en solution de 1 %. Des travaux en cours à la SMS consistent à utiliser ce produit en décontaminant local sur des membranes artificielles (Ccrfam contaminé). Véhicules employés : Lactacyd et Alkenide + 1 % DTPA.

*

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

CALCUL DE LA CMA*/HEURE

$$\text{CMA/HEURE} = \frac{\text{NOMBRE DE CMA} \times \text{T MINUTES}}{60}$$

NOMBRE DE CMA = NOMBRE INDIQUÉ PAR LES AGENTS SPR**
T EXPRIMÉ EN MINUTES = TEMPS D'EXPOSITION DONNÉ
 PAR LES AGENTS SPR

RAPPORT ENTRE ACTIVITÉ ET NOMBRE DE DÉSINTÉGRATIONS

<i>DÉSINTÉGRATIONS (CHOCS)/SECONDE</i>	$3,7 \cdot 10^{10}$	$3,7 \cdot 10^7$	$3,7 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^1$	$3,7 \cdot 10^{-2}$
ACTIVITÉ EN CURIE (Ci)	Ci	mCi	μCi	μCi	pCi

ÉLÉMENTS CONTAMINANTS JUSTIFIANT UN TRAITEMENT PAR DTPA

TERRES RARES

57. La - Lanthane	62. Sm - Samarium	67. Ho - Holmium
58. Ce - Cerium	63. Eu - Europium	68. Er - Erbium
59. Pr - Praseodyme	64. Gd - Gadolinium	69. Tm - Thulium
60. Nd - Neodyme	65. Tb - Terbium	70. Yb - Ytterbium
61. Pm - Prometheum	66. Dy - Dysprosium	71. Lu - Lutecium

TRANSURANIENS

93. Np - Neptunium	94. Pu - Plutonium	96. Cm - Curium
	95. Am - Americium	

N.B. : Toute contamination atmosphérique Pu \geq 4000 CMA/heure est à déclarer à la sécurité sociale comme accident de travail.

* CMA = Concentration Maximale Admissible.

** SPR = Service de Protection Radiologique.

CONTAMINATION	DÉTECTION	TRAITEMENTS	EXAMENS
Atmosphérique < 40 CMA/H	α		α nasal N.F. * 3 ^e -21 ^e jours Pu urinaire ou radioéléments contaminants
	β, γ		β nasal N.F. 3 ^e -21 ^e jours P.F.** urinaires
Atmosphérique > 40 CMA/H	α	DTPA Aérosols	α nasal N.F. 3 ^e -21 ^e jours Pu urinaire } Pu fèces } ou radioéléments contaminants
	β, γ	Si terres rares → DTPA	β nasal N.F. 3 ^e -21 ^e jours P.F. urinaires } P.F. fèces } Spectro γ } ou radioéléments contaminants
Digestive	α	DTPA I.V. DTPA Bains de bouche Résine BON	N.F. 3 ^e -21 ^e jours Pu urinaire ou radioéléments contaminants Pu fèces
	β, γ	Résine BON Si terres rares → DTPA	N.F. 3 ^e -21 ^e jours P.F. urinaires } P.F. fèces } Spectro γ } ou radioéléments contaminants

CONTAMINATION	DÉTECTION	TRAITEMENTS	EXAMENS
Cutanée	α	Décontamination locale	N.F. 3 ^e -21 ^e jours Pu urinaire ou radioéléments contaminants
	β, γ	Décontamination locale	N.F. 3 ^e -21 ^e jours P.F. urinaires } contaminants Spectro γ si contam. } ou radioéléments
Plaie	α, X	DTPA Local DTPA I.V.	N.F. 3 ^e -21 ^e jours Pu urinaire ou radioéléments contaminants
	β, γ	Si terres rares → DTPA	N.F. 3 ^e -21 ^e jours P.F. urinaires } ou radioéléments contaminants Spectro γ

En résumé dans tous les cas de contamination, demander :

N.F. les 3^e et 21^e jours

Pu ou P.F. urinaires

* N.F. = Hémogramme.

** P.F. = Produits de Fission.

LISTE DES PRODUITS UTILISÉS POUR LA DÉCONTAMINATION EXTERNE*

I. SPÉCIALITÉS

LABORATOIRE GEOSYL

- DEK 816 pâte en tube de 200 g
- DEK 819 savon liquide moussant, bouteilles de 1 litre
- serviettes individuelles sous sachets thermoplastiques

CENTRE D'ÉTUDES PHYSIOESTHÉTIQUES

- pâte de décontamination en tube
- savon de décontamination liquide, bouteilles de 1 litre
- savon chirurgical liquide, bouteilles de 1 litre

LABORATOIRES ARDOUIN

- pâte Thiomil

LABORATOIRES LAVRIL

- Lactacyd pain
- Lactacyd liquide (émulsion acidifiante ionisée A)

LABORATOIRES DEROL

- Citrosil savonneux

LABORATOIRES E.I.F.

- savon liquide Essif 127

LABORATOIRES LAROCHE NOVARRON

- savon Egermol, pain de 100 g

LABORATOIRES LABAZ

- Mercryl Laurylé, flacon de 1 litre

LABORATOIRES ALPOL

- produit de décontamination 8655 en doses unitaires

II. PRODUITS NON SPÉCIALISÉS

- permanganate de potassium à saturation
- métabisulfite de sodium à 5 %
- acide citrique à 5 %
- bicarbonate de soude à 5 %
- acide citrique à 3 %
- pâte au bioxide de Titane (bioxide de Titane et Solucire parties égales)
- stéarate crème
- Lanoline hydratée

* Contribution fournie par le Prof. PELLERIN, chef du Service central de Protection contre les Rayonnements Ionisants, Ministère de la Santé Publique, Le Vésinet (France).

III. PRODUITS A UTILISER EN CAS DE BRÛLURE CHIMIQUE ASSOCIÉE

ACIDE	bicarbonate de soude à 5%
ALCALIN	acide acétique à 1%
PHOSPHORE	sulfate de cuivre à 5%

IV. CONTAMINATION OCULAIRE : sérum salé isotonique aux larmes (14‰)

en cas de brûlure chimique associée des yeux et des muqueuses

ACIDE	bicarbonate de soude à 2%
ALCALIN	acide borique à 2%
PHOSPHORE	sulfate de cuivre à 2%

Annexe IV

Procédés de décontamination cutanée utilisés au Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare (CNEN), Rome (Italie)*

1. Contamination non compliquée

- a) En cas de contamination des mains, effectuer, dans l'ordre, les opérations ci-après :
- lavage soigneux pendant trois minutes environ avec de l'eau tiède et du savon neutre (sans abrasif ni additif), à l'aide d'une brosse en soie pure douce, en insistant particulièrement entre les doigts, sous les ongles et en ayant soin d'éviter toute abrasion;
 - contrôle;
 - répéter deux fois les opérations ci-dessus;
 - si la peau est fine : lavage pendant cinq minutes environ avec une solution à 2% de bromure de cétyle-triméthylammonium (Cetavlon p.ex.) lequel est un détergent cationique, après avoir éliminé, par rinçage soigneux toute trace de savon;
 - si la peau est épaisse : lavage pendant cinq minutes avec un détersif en poudre mélangé avec du son ou de la semoule fine et de l'eau de manière à former une pâte (action détergente, absorbante, légèrement abrasive) suivi de rinçage soigneux;
 - contrôle;
 - lavage avec solutions à base de chélateurs tels que Na_2Ca EDTA ou CeNa_3 DTPA;
 - contrôle;
 - lavage au permanganate de potassium en solution saturée, suivi de décoloration à l'aide d'une solution à 5% de bisulfite de sodium. Ce traitement risque d'entamer la couche cornée et doit donc être effectué avec précaution et sous surveillance médicale;
 - contrôle;

* Contribution fournie par le Prof. STRAMBI, Directeur du Service Médical et Sanitaire de la Casaccia, Rome (Italie).

- appliquer une crème à base de lanoline et, si la contamination persiste, panser (ou prescrire le port de gants de fil);
 - contrôler le jour suivant et si l'état de la peau le permet, pratiquer d'autres traitements de décontamination.
- b) Pour la décontamination des cheveux, on a recours à un shampooing prolongé et répété, par exemple avec une solution à 4% de Cétavlon répandue sur les cheveux mouillés au préalable; pendant le lavage, la tête est maintenue inclinée vers l'arrière sur une cuvette appropriée; les yeux sont protégés par des tampons d'ouate; lorsque ce traitement ne suffit pas, les cheveux doivent être rasés.
- c) Pour la décontamination des fosses nasales, utiliser un irrigateur à basse pression muni de deux canules de caoutchouc souple (type Nélaton) que l'on enfonce de 3 cm environ dans chaque narine; tenir la tête inclinée sur une cuvette et utiliser une solution d'un composé chélateur; prolonger l'opération (10-15 minutes chaque fois) et contrôler au moyen d'une sonde fine appropriée l'éventuelle persistance de la contamination radioactive.
- d) Pour la décontamination de la bouche, utiliser un collutoire à base d'eau oxygénée à 12 volumes; dans les cas exceptionnels, l'intervention d'un dentiste peut être nécessaire pour effectuer la décontamination des dents (Lawson).
- e) Pour la décontamination des yeux, Mazaury a mis au point un ingénieux système d'irrigation avec mouvement tourbillonnant du liquide de lavage qui est récupéré dans un récipient approprié pour contrôle ultérieur; il convient naturellement d'utiliser des solutions à pH approprié afin de neutraliser l'action caustique du produit contaminant; dans de nombreux cas, il est bon d'instiller au préalable une solution anesthésique (collyre à la cocaïne à 2%). Après les lavages, il est prudent d'effectuer un prélèvement pharyngien afin de contrôler l'éventuelle contamination interne intervenue à travers le canal lacrymal.
- f) En cas de contamination localisée d'autres parties du corps, procéder comme pour les mains.
- g) En cas de contamination diffuse sur tout le corps ou sur de larges zones cutanées, il n'est pas prudent de faire prendre une douche en position debout; la personne contaminée sera plutôt envoyée, avec les précautions voulues, au service sanitaire où elle sera débarrassée de ses vêtements et décontaminée sur une civière à l'aide d'une douche flexible avec eau tiède à basse pression. Après contrôle, elle sera revêtue de vêtements propres (combinaison, pantoufles) et éventuellement gardée en observation.

2. Contamination compliquée de blessures

- a) Blessure certainement non contaminée, mais associée à une contamination de la peau saine dans la zone adjacente.

Le traitement sera décidé suivant le cas; toutefois, la lésion représente presque toujours l'élément de première urgence.

En principe, donc, les opérations se succéderont dans cet ordre :

- protection de la zone contaminée avec sparadrap imperméable ou avec un topique au collodion;
- traitement médico-chirurgical de la blessure;
- contrôle de la lésion et du matériel sanitaire utilisé pour le traitement (tampons de gaze, solutions désinfectantes, etc.);
- protection imperméable de la lésion;
- décontamination de l'aire cutanée adjacente à la lésion (après enlèvement du sparadrap ou du film protecteur) en opérant de la manière habituelle.

- b) Blessure contaminée. Les blessures légères qui sont également les plus fréquentes dans la pratique, vont des simples écorchures aux lacérations et aux blessures dues à une pointe. Le traitement est en grande partie conditionné par l'agent contaminant et en particulier par son degré de solubilité dans les liquides de l'organisme : il est donc difficile de fournir des indications valables dans chaque cas. On peut envisager le schéma de caractère général ci-après, efficace surtout lorsqu'il s'agit de radioéléments contaminants « insolubles » :

- faire saigner abondamment la blessure, en appliquant éventuellement un garrot à intraveineuse;
- irriguer à basse pression avec du sérum physiologique stérile ou avec solution de Dakin tiède;
- appliquer un anesthésique de surface (par exemple xylocaïne à 4%);
- contrôle;
- si la contamination est circonscrite, laver avec de petits tampons de gaze au moyen d'une pince de Kocher;
- contrôle (blessure, zones limitrophes, gaze et solutions de lavage);
- éventuellement excision chirurgicale précoce s'il s'agit de radio-nucléides insolubles à longue vie et à activité spécifique élevée et si l'intervention ne comporte pas de risques sur le plan fonctionnel ultérieur.

Le cas particulier des blessures contaminées par du plutonium ou par des transuraniens pose un problème difficile notamment parce que l'expérience clinique est encore très limitée (cf. colloque de Mondorf).

Annexe V

Thérapeutique préconisée au Stichting Reactor Centrum, Petten (Pays-Bas*)

1. *Décontamination de l'épiderme* : par ordre de succession, si la contamination restante demeure trop élevée :
 - 1.1. Lavage à l'eau et au savon, savon de marque BERGAUF
Fabricant : Dynamit Nobel
(Allemagne).
 - 1.2. Application de SWARFEGA, fabricant : SWARFEGA Chemie
Clèves (Allemagne).
 - 1.3. Friction au DEKONTACOLL, fabricant : COLLO Rheincollodium
Cologne (Allemagne).
 - 1.4. Élimination par arrachement à l'aide de Tesa-Film.
2. *Décontamination des muqueuses, des yeux, du nez, de la gorge et des lésions cutanées*
 - 2.1. Rinçage à l'eau du robinet.
 - 2.2. Rinçage à l'aide d'une solution saline : chlorure de sodium à 0,9%.
3. *Décontamination interne*
 - 3.1. Administration d'un laxatif : 250 cc de sulfate de magnésium en solution aqueuse à 10%.
 - 3.2. Administration de produits anti-résorbants : 30 g sulfate de baryum dans 250 cc d'eau.
 - 3.3. Lavage gastrique.
 - 3.4. S'il s'agit d'iode radioactif, 1 comprimé de 100 mg IK, par voie buccale.
 - 3.5.1. S'il s'agit d'éléments ostéotropes émetteurs α : 1 g de DTPA dans 10 cc de sérum physiologique, par injection intraveineuse.
 - 3.5.2. S'il s'agit d'une plaie contaminée par des éléments ostéotropes émetteurs α , appliquer 0,5 g de DPTA sur la plaie; s'il le faut administrer aussi une dose égale par injection intraveineuse dans 10 cc de sérum physiologique.

* Contribution fournie par le Dr CARPAU, Chef du Service Médical du Stichting Reactor Centrum, Petten (Pays-Bas).

Annexe VI

Consignes concernant les mesures de décontamination de la peau, présentant ou non des lésions du Service médical de la Direction générale Personnel et Administration, Commission des Communautés européennes, Bruxelles *

Principe : Dès le moindre soupçon de contamination interne ou externe, toutes les mesures nécessaires doivent être prises *sans délai* pour établir et éliminer cette contamination.

1. L'épiderme contaminé doit être convenablement nettoyé à l'eau courante tiède, avec du savon et une brosse *douce*.

Si la contamination n'intéresse que de petites régions de la peau, dépourvues de poils, on pourra également essayer de réaliser la décontamination à l'aide d'un pansement adhésif (Tesafilm).

En cas de contamination des mains, on ne devra pas oublier de contrôler la radio-activité subsistant sur le sillon antérieur de l'ongle (lime à ongles).

2. Si ces mesures ne donnent pas le résultat désiré, on poursuivra la décontamination au moyen d'une solution d'acide citrique à 3 %, puis au moyen d'une solution de Na₂-EDTA à 1 %.
3. Si tous ces procédés ne permettent pas de ramener la contamination à la valeur maximale admissible, on devra appliquer, *sous contrôle médical*, le traitement suivant :

Application d'une solution de KMnO₄ à 4 %, suivie de l'application d'une solution de NaHSO₃ sur la partie contaminée de la peau.

Rinçage à l'eau courante tiède.

4. En cas de contamination des yeux, on décontaminera immédiatement à l'aide de la solution contenue dans les flacons préparés à cet effet. L'opération devra être effectuée sous contrôle médical.
5. Si la contamination est associée à une *lésion* cutanée, il y lieu de garrotter *immédiatement* aussi près que possible de la plaie, et de recouvrir d'un pansement stérile. Le médecin décidera du traitement ultérieur.

* Contribution fournie par le D^r SEMILLER, Chef du Service médical, Direction générale Personnel et Administration, Commission des Communautés européennes, Bruxelles.

Dans le cas de plaies accompagnées d'hémorragies importantes (p.ex. rupture d'une artère, on appliquera les règles ordinaires du secourisme (pansement compressif, garrot).

Instructions importantes

Il faut toujours veiller, lorsque l'on prend des mesures de décontamination, à entamer aussi peu que possible la surface de la peau, de façon à éviter la résorption de substances radioactives.

En cas de contamination, l'urine éliminée en 24 heures doit être immédiatement recueillie et transmise pour analyse au service médical. Le service médical de la Commission des Communautés Européennes décidera, s'il y a lieu, de procéder à de nouvelles analyses.

Dès le moindre soupçon de contamination interne, on appellera *immédiatement* le médecin agréé par le Service médical de la Commission des Communautés européennes qui décidera de toutes les mesures à prendre pour protéger la personne contaminée et son entourage.

Annexe VII

Techniques de décontamination médicale préconisées au Centre Commun de Recherche d'Ispra, Commission des Communautés européennes*

1. Le traitement externe des personnes contaminées par des substances radio-actives est institué en premier lieu au poste de travail même, suivant les règles ci-après. Ces consignes s'adressent particulièrement aux agents du contrôle de Physique Sanitaire, qui, en raison de leur répartition dans le Centre, constituent la première instance de secours en la matière.
2. Au même titre, le traitement d'urgence de la contamination par plutonium a été organisé de façon à intervenir dans quelques minutes : car les délais d'efficacité du DTPA sont assez courts.
3. Les thérapeutiques ultérieures, qui font partie du traitement médical stricto sensu de la contamination radioactive, sont celles qui ont été exposées lors du Symposium de Munich. Il est fort intéressant pour une bonne organisation de la décontamination des personnes d'établir un nombre limité de procédés standards à appliquer selon un schéma pré-établi; mais l'expérience a montré que chaque personne contaminée est un cas d'espèce. L'efficacité optimale d'un tel service repose sur une équipe d'intervention comprenant des techniciens bien formés en toxicologie et en radiochimie, capables d'adapter le traitement à chaque cas particulier de façon souple et parfois inhabituelle.

Voici, pour mémoire, la liste des méthodes de base adoptées vis-à-vis de certains radioéléments :

- produits de fission, polonium, plutonium (HCl 2N en présence de poudre de Nickel);
- iode, strontium (NH₄OH 2%).

L'application de ces solutions (en général par immersion des mains dans un bain, éventuellement avec un coton imbibé quand il s'agit de régions qu'on ne peut pas baigner) sera précédée et suivie par des lavages simples

* Contribution fournie par le Prof. GIUBILEO, Service médical du Centre Commun de Recherche (CCR) d'Ispra, Commission des Communautés européennes.

à l'eau tiède et au savon. Souvent il est possible d'éliminer jusqu'à 100 % de la contamination; on a cependant remarqué une résistance spéciale de la contamination par sodium ou ruthenium. On utilise rarement des brosses souples (action limitée aux plis cutanés et au pourtour des ongles); mais pour des cas précis on emploie des ciseaux et des poudres abrasives.

4. Parmi les produits à usage externe, l'emploi de la Monjoxidase est encore valable. Il y a lieu de signaler que sont utilisés de plus en plus l'acide chlorhydrique, l'ammoniaque et, le cas échéant, le DTPA.

Conduite à tenir au cas de contamination radioactive externe humaine*

1. Généralités

- 1.1. Chaque fois qu'une contamination radioactive intervient sur un travailleur ou sur ses effets personnels, il convient de prévenir immédiatement l'agent de la Physique Sanitaire qui contrôlera l'exécution des opérations de décontamination indiquées ci-dessous.
- 1.2. Se rappeler que la douche ne peut être prise que sous le contrôle de la Physique Sanitaire; cette douche est contre-indiquée pour les personnes qui présentent des blessures, brûlures ou abrasions de la peau.
- 1.3. Quand la contamination individuelle persiste après le traitement recommandé dans cette instruction l'agent contrôleur de la Physique Sanitaire avertira le Service Médical qui donnera les instructions appropriées.
- 1.4. Les personnes contaminées ne doivent pas être conduites à l'infirmierie mais à l'annexe décontamination du Service Médical qui sera alerté au préalable.
- 1.5. Les personnes contaminées dirigées sur le Service Médical doivent être munies d'un formulaire spécial rempli par l'agent de la Physique Sanitaire.
- 1.6. Ne pas oublier qu'une contamination accidentelle est un accident du travail qui comme tel doit être signalé au Service Médical, soit pour que celui-ci procède à d'éventuels contrôles toxicologiques de la contamination interne, soit pour des motifs juridiques concernant les assurances.

2. Contamination localisée sans blessures

2.1. *Les mains*

- 2.1.1. Laver avec du savon neutre, ne contenant pas d'abrasif, avec beaucoup de soin; particulièrement entre les doigts, autour et sous les ongles

* Contribution fournie par le Prof. GIUBILEO, Service médical du Centre Commun de Recherche (CCR) d'Ispra, Commission des Communautés européennes.

(durée 2-3 minutes). Rincer avec de l'eau, de préférence tiède : 1 minute. Laver à nouveau au savon (2 minutes) et rerincer (1 minute).
Monitoring.

2.1.2. Si besoin continuer avec :

Lavage avec du savon et une brosse douce en évitant d'abraser la peau (2 minutes).

Rincer pendant 1 minute.

Répéter 2 fois ces opérations.

Monitoring.

2.1.3. Si nécessaire continuer avec :

Lavage avec l'acide citrique à 3 % (durée 2 minutes). Rincer pendant 1 minute.

Recommencer une autre fois l'opération.

Enduire de lanoline.

Laver avec du savon, brosser délicatement et rincer (2 fois).

Monitoring.

2.2. *Traitement de la peau dans d'autres régions du corps*

Même procédure que pour les mains.

Ne pas commencer par prendre une douche comme précédemment mais décontaminer d'abord les régions intéressées. En particulier en cas de contamination isolée des cheveux, éviter la douche et pratiquer un shampoing au savon suivi, si besoin, d'un autre à l'acide citrique à 3 %.

2.3. *Les yeux et muqueuses (bouche, nez, oreilles ...)*

Laver avec de l'eau froide courante ou mieux avec une solution physiologique (NaCl 1,4%) en grande quantité; il est important d'intervenir rapidement et suffisamment longtemps.

3. Contamination diffuse non compliquée de blessures

3.1. Déshabiller la victime en séparant les vêtements de travail (blouses, combinaisons, gants, etc.) des vêtements civils et ces derniers du linge. Attention de ne pas transférer la contamination des vêtements sur la peau.

3.2. Si possible, pratiquer un contrôle au monitor avant la douche, à condition de ne pas perdre trop de temps. S'il n'a pas été procédé au monitoring : exécuter un shampoing avant de prendre la douche.

3.3. Douche tiède savonneuse, brossage léger, rinçage.

Répéter 3 fois les opérations 3.2 et 3.3. Durée totale : 15 minutes.

Laver soigneusement les plis cutanés, les pourtours des ongles et les orifices naturels. Tailler les ongles très courts.
Essuyer avec du linge propre.

- 3.4. Monitoring. S'il persiste de la contamination, endosser un vêtement propre et se faire transporter au Bâtiment Décontamination du Service Médical.

4. Contamination localisée avec blessures légères

Faire saigner sous eau courante avec beaucoup de soins.
Demander des instructions au Service Médical.

5. Contamination localisée compliquée de brûlures chimiques

5.1. Peau

- 5.1.1. Laver soigneusement avec de l'eau courante : 5 minutes.
5.1.2. Neutraliser les brûlures par acide avec du bicarbonate de soude à 5 % et les brûlures par base avec acide acétique à 1 %, les brûlures au phosphore avec du sulfate de cuivre à 5 %.

5.2. Les yeux et muqueuses (bouche, nez, oreilles ...)

- 5.2.1. Laver immédiatement avec une grande quantité de solution physiologique (NaCl 1,4 %), ou bien avec de l'eau courante : durée minimale 5 minutes.
5.2.2. Neutraliser les brûlures par acide avec bicarbonate de soude à 2 %, les brûlures par base avec acide borique à 2 %, et les brûlures au phosphore avec sulfate de cuivre à 2 %.

5.3. Monitoring sous contrôle de la Physique Sanitaire.

- 5.4. S'abstenir en toute circonstance d'appliquer des substances grasses ou colorantes.

Après la première intervention protéger les parties brûlées avec de la gaze stérile et se présenter à l'infirmierie pour compléter le traitement.

6. Blessures graves associées à contamination extérieure

Éviter toute initiative imprudente. Aviser d'urgence le Service Médical. Dans l'attente, appliquer seulement les mesures les plus urgentes de premier secours : tamponnement pour les hémorragies et respiration artificielle bouche à bouche (ou nez) en cas d'asphyxie.

**Instructions pour l'utilisation en urgence du DTPA
en cas de contamination par le plutonium**

1. Le DTPA est utile pour le *traitement local* des blessures contaminées et des contaminations respiratoires par le plutonium à condition d'être appliqué rapidement, car il cesse d'être efficace si la contamination date de plus d'un quart d'heure.
2. *Blessure contaminée* : faire saigner immédiatement sous un robinet d'eau courante (de préférence tiède) pendant 1 minute, essuyer avec de la gaze stérile et vider sur la blessure le contenu d'une ampoule de DTPA; laisser agir 5 minutes. Mettre la plaie sous pansement et diriger la victime sur le Service Médical.
Le DTPA est inutile pour la décontamination d'une peau sans lésions.
3. *Contamination par voie respiratoire* : si des mesures d'ambiance ou les circonstances d'un accident font penser à une inhalation, téléphoner au 333 pour faire pratiquer un prélèvement du mucus nasal (pour analyses toxicologiques) et pour faire appliquer un aérosol de DTPA (1 ampoule non diluée); durée de la séance 15 minutes.
4. Les règles de première intervention en cas de contamination radioactive des personnes restent valables également en cas de contamination par le plutonium, spécialement en ce qui concerne le *transport de la victime au Service Médical* accompagnée du formulaire spécial.
5. *Présentation* : Penthamyl (G.34612 Geigy) 3 ampoules de 4 cc à 25% : chaque ampoule contient CaNa_3DTPA g 1+ formaldéhyde sulfoxyale sodique mg 0,2.
Le recours à l'utilisation d'une ou plusieurs de ces ampoules doit immédiatement être porté à la connaissance du Service Médical qui pourra ainsi recueillir les renseignements médicaux sur l'accident et pourvoir au remplacement des ampoules utilisées.

LISTE DES PARTICIPANTS

- D^r MECHALI, président** Chef du Service d'Hygiène Atomique
Commissariat à l'Énergie Atomique
FONTENAY-AUX-ROSES
- D^r BIANCO** Funzionario servizio medicina e sanità
Centro di Studi Nucleari della Casaccia
Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare
ROMA
- D^r BREUER** Divisione della Protezione Sanitaria e del Controllo
Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare
ROMA
- D^r CARPAIJ** Hoofd van de Bedrijfsgeneeskundige Dienst
Reactor Centrum Nederland
PETTEN
- D^r DELPLA** Chef du Service général de la radioprotection
Électricité de France
PARIS
- M. ERISKAT** Chef de service à la Direction Protection Sanitaire
Commission des Communautés européennes
LUXEMBOURG
- D^r FAES** Chef du Service médical
Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire
MOL
- Prof. GIUBILEO** Service médical
Centre Commun de Recherche Euratom
ISPRA
- D^r HUIZENGA** Secretaris-Adviseur van de Gezondheidsraad
Ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheid
LA HAYE
- D^r JOLIVET** Fonctionnaire scientifique à la Direction Protection Sanitaire
Commission des Communautés européennes
LUXEMBOURG
- D^r KRIEGEL** Gesellschaft für Strahlenforschung m.b.H.
Institut für Biologie
MÜNCHEN/NEUHERBERG
- D^r LAFUMA** Chef du Groupe Radiopathologie interne
du Département Protection Sanitaire
Commissariat à l'Énergie Atomique
FONTENAY-AUX-ROSES
- D^r MANQUENE** Conseiller médical de la Direction Administrative
Commissariat à l'Énergie Atomique
PARIS

D^r MEINDERSMA Instituut voor radiopathologie en Stralenbescherming
Academisch Ziekenhuis
LEIDEN

D^r MOEHRLE Leiter des ärztlichen Dienstes
Gesellschaft für Kernforschung m.b.H.
LEOPOLDSHAFEN bei KARLSRUHE

D^r MORONI Ministère de la Santé Publique
Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants
LE VESINET

Prof. D^r MUTH Direktor des Instituts für Biophysik
Universität des Saarlandes
HOMBURG

D^r RECHT Directeur de la Protection Sanitaire
Commission des Communautés européennes
LUXEMBOURG

D^r RISCHARD Médecin inspecteur de la Santé publique
LUXEMBOURG

D^r SEMILLER Chef du service médical
Commission des Communautés européennes
BRUXELLES

Prof. STRAMBI Direttore del Servizio Medicina e Sanità
Centro di Studi Nucleari della Casaccia
Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare
ROMA

D^r VIGAN Chef du service médical
Centre Commun de Recherche Euratom
ISPRA

