



**BROCHURE D'INFORMATION**  
**APPLICATIONS MEDICALES DES RADIATIONS**

**Version: Mai 2004**

# RADIOPROTECTION DES APPLICATIONS MEDICALES DES RADIATIONS IONISANTES

## INTRODUCTION

Nous aborderons dans cette brochure trois types d'applications médicales des radiations ionisantes, à savoir:

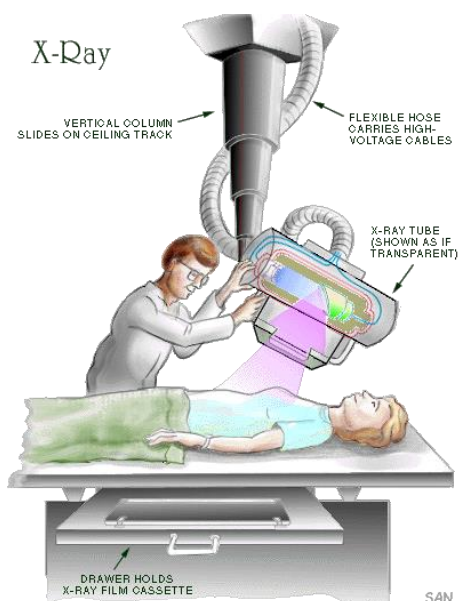
- l'utilisation de générateurs de rayons X à des fins diagnostiques
- l'utilisation de sources non scellées de radionucléides
- l'utilisation de sources scellées de radionucléides et les accélérateurs
- de particules.

## 1 UTILISATION DES RAYONS X EN DIAGNOSTIC MEDICAL

### 1.1 Principe de fonctionnement

Dans un tube sous vide, des électrons émis par chauffage d'un filament sont attirés vers une anode sous l'effet d'une différence de potentiel. L'interaction de ces électrons avec la cible engendre la création de rayons X.

Les rayons X ont habituellement une énergie maximale comprise entre 25 keV (mammographie) et 150 keV (tomographie axiale computerisée).



### 1.2 Les locaux

Les locaux où sont mis en œuvre des installations de radiologie, doivent répondre aux prescriptions de l'article 52.2 de l'Arrêté Royal du 20.07.2001, à savoir :

- à la surface extérieure des locaux, en tout endroit accessible où des personnes peuvent séjourner, la dose reçue ne peut atteindre 0,02 mSv par semaine, dans des conditions habituelles de fonctionnement.
- ces locaux doivent pouvoir être fermés à clé ; toutefois la sortie des locaux doit toujours rester possible.

- le symbole de la radioactivité ainsi que les mentions légales doivent figurer sur les portes à l'exclusion des cabinets dentaires.

Les plans de ces locaux doivent être affichés visiblement à l'entrée des locaux des bâtiments où une zone contrôlée existe ainsi que dans les bâtiments administratifs.

Ces locaux doivent avoir des dimensions permettant une circulation aisée et l'éloignement suffisant de l'utilisateur par rapport au faisceau des radiations.

### 1.3 Les autorisations légales

Les établissements où sont utilisés des appareils de rayons X doivent faire l'objet d'une autorisation de création et d'exploitation d'un établissement de classe III délivrée par l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire.

La mise en marche ou en exploitation des installations ne peut avoir lieu que si le procès-verbal de réception de l'Agence ou de l'organisme qu'elle délègue à cette fin est entièrement favorable et autorise formellement cette mise en marche ou en exploitation.

L'exploitant est en outre tenu d'organiser un service de contrôle physique ou par défaut de confier les missions de contrôle physique prévues à l'article 23.1 de l'A.R. du 20.07.01 à l'Agence qui peut déléguer cette mission à un organisme agréé. Ce contrôle est au moins annuel.

L'utilisation des installations radiologiques est réservée aux détenteurs du diplôme légal de docteur en médecine autorisés à cet effet par l'Agence. De plus, les auxiliaires de ces utilisateurs doivent avoir suivi une formation appropriée conforme aux dispositions de l'article 53.2 de l'A.R. du 20.07.2001.

Les installations radiologiques doivent porter le marquage CE et être réceptionnées avant leur première mise en service par un expert en radiophysique médicale. Par la suite, un expert en radiophysique médicale contrôlera annuellement la conformité de chaque installation.

### 1.4 Les règles de bonne pratique

Toute personne professionnellement exposée doit porter un dosimètre à hauteur poitrine.

Si une irradiation non négligeable d'une partie du corps (par exemple les mains) est à craindre, la personne portera un ou plusieurs dosimètres supplémentaires. Dans des situations où le port du tablier plombé est indiqué, il y a lieu de porter deux dosimètres, l'un au-dessus et l'autre en dessous du tablier.

Le chef d'entreprise est tenu d'organiser l'information des travailleurs susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants conformément à l'article 25 de l'A.R. du 20.07.2001.

Les doses seront maintenues à un niveau aussi bas que raisonnablement possible tant pour le personnel que pour les patients. Ainsi on veillera à limiter au plus juste le champ d'irradiation. Il est recommandé d'effectuer les clichés radiographiques en utilisant la tension et la filtration la plus élevée possible compatible avec le diagnostic.

Lors de la prise des clichés, on veillera à se tenir à une distance suffisante du faisceau de radiation et en aucun cas une partie du corps ne peut sans protection se trouver dans le faisceau direct. Lorsque cela s'avère nécessaire, on portera les moyens de protection individuel (tablier plombé, gants plombés, protège thyroïde).

## 2 UTILISATION DE SOURCES NON SCÉLÉES DE RADIONUCLÉIDES

### 2.1 Principe

Les sources non scellées ne disposent pas d'un contenant qui les empêche de se disperser dans le milieu ambiant. Ces sources de radionucléides sont principalement utilisées pour le diagnostic in vivo (médecine nucléaire), pour le traitement de certaines affections (curiethérapie des affections thyroïdiennes) et lors de certains dosages en laboratoire (in vitro). Les principaux radionucléides utilisés sont repris dans le tableau ci-dessous.

	Emission	Période	Usage
<sup>99m</sup> Tc	γ	6 h.	in vivo diagnostique
<sup>201</sup> Tl	γ	3,04 j.	in vivo diagnostique
<sup>67</sup> Ga	γ	3,26 j.	in vivo diagnostique
<sup>123</sup> I	γ	13,2 h.	in vivo diagnostique
<sup>125</sup> I	γ	60 j.	in vitro diagnostique
<sup>131</sup> I	β, γ	8 j.	in vivo thérapeutique
<sup>153</sup> Sm	β	1,95 j.	in vivo thérapeutique
<sup>89</sup> Sr	β	50,5 j.	in vivo thérapeutique

## 2.2 Les locaux

Les locaux doivent répondre comme pour les séances de radiologie, aux prescriptions réglementaires de l'article 52.2 de l'A.R. du 20.07.2001.

En ce qui concerne les chambres destinées à l'hospitalisation des malades porteurs de sources, les parois doivent permettre d'assurer une contrainte de dose de 0,5 mSv par personne et par an.

Les radionucléides ne peuvent être détenus que dans des locaux prévus à cet effet ; ces locaux doivent comporter un emplacement exclusivement réservé à l'entreposage de substances radioactives, les moyens appropriés pour recueillir rapidement les substances radioactives qui viendraient à se disperser, les moyens de recueillir et d'entreposer les déchets radioactifs liquides et solides et les moyens de prévenir la contamination de l'atmosphère. Les murs, le sol et les surfaces de travail des locaux doivent être sans fissures ni interstices. Ils doivent être lisses, imperméables et permettre un entretien et une décontamination aisés.

L'implantation des locaux doit être étudié de manière à réduire au minimum les risques d'incendie, d'inondation ou d'explosion.

L'aménagement doit être conçu de manière à permettre l'évacuation rapide et l'isolement immédiat des zones contaminées.

La zone contrôlée sera séparée du point de vue des autres locaux par une sécurité au moins équivalente à celle offerte par un espace libre de la contamination.

## 2.3 Les autorisations légales

Les établissements où est mise en œuvre l'administration intentionnelle ou l'introduction dans l'organisme ou une de ses cavités de substances radioactives, sous forme scellée ou non, à des personnes et à des animaux à des fins diagnostic, de traitement ou de recherche doivent faire l'objet d'une autorisation de création et d'exploitation par l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire. La mise en exploitation des installations ne peut avoir lieu que si le procès-verbal de réception de l'Agence ou de l'organisme qu'elle délègue à cette fin est entièrement favorable et autorise formellement cette mise en exploitation.

La détention et l'utilisation de radionucléides destinés au diagnostic in vivo ou in vitro ou à la thérapie dans le cadre de la médecine font l'objet d'une autorisation spéciale délivrée par l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire (article 53.4.1).

## 2.4 Les règles de bonne pratique

### 2.4.1 La zone contrôlée

#### 1° Contrôle du personnel

Tout le personnel du service doit être considéré comme professionnellement exposé aux radiations ionisantes. Il est donc soumis à la tutelle médicale et à la tutelle dosimétrique. Il doit avoir reçu une formation et une information suffisante (en particulier du point de vue de la radioprotection) en rapport avec son rôle dans le service.

Le personnel du service comprend :

- les médecins,
- le personnel infirmier, technique et administratif,
- le personnel d'entretien et éventuellement les ambulanciers, des brancardiers attachés au service.

#### 2° Interdictions réglementaires

Les interdictions réglementaires relatives aux zones contrôlées sont valables pour les locaux du service de médecine nucléaire :

- Il est interdit d'introduire dans la zone contrôlée où existe un risque de contamination des aliments et des boissons (sauf pour les patients lorsque cela est nécessaire pour leur examen).
- Il est interdit de fumer dans la zone contrôlée.
- Il est interdit d'introduire des cosmétiques.
- Il est interdit d'introduire des objets personnels, tels que sac à main : le personnel doit disposer d'un vestiaire pour ses vêtements de ville, en dehors ou à l'entrée du service, ainsi que d'un vestiaire différent, dans le service, pour les vêtements de travail.

#### 3° Préposé à la surveillance

Un "préposé à la surveillance" doit être désigné pour le service de médecine nucléaire.

Dans un service important, il est recommandé de désigner un préposé à la surveillance distinct pour chaque secteur du service. En particulier, on pourra désigner un préposé à la surveillance pour la partie in vivo et un autre pour le laboratoire d'analyse in vitro.

## 2.4.2 Prévention de la dispersion de substances radioactives

### Principe

Toute personne qui détient des substances radioactives doit prendre les mesures indispensables pour prévenir le vol, la perte ou le détournement de ces substances.

Dans un service de médecine nucléaire, ces mesures sont :

#### 1° *Procédure de réception des colis radioactifs*

Le chef de service doit établir en accord avec les divers fournisseurs et l'organisme agréé une procédure de livraison et de réception des produits radioactifs ayant pour but de s'assurer que :

- les colis radioactifs soient immédiatement placés en lieu sûr, sans risque de vol ou de disparition (si possible sas "boîte aux lettres", labo chaud),
- l'adéquation de la livraison au bordereau de livraison soit vérifiée : nombre de colis livrés, contenu de chaque colis.

Cette procédure doit recevoir l'accord du service de contrôle physique ou de l'organisme agréé.

Un registre permanent des substances radioactives doit être tenu à jour.

#### 2° *Endroit d'entreposage*

Les récipients contenant des substances radioactives ne doivent pas être déposés n'importe où, au risque d'être égarés.

Dans le local chaud, un endroit sûr d'entreposage doit être prévu.

Dans le local d'injection et dans le local de la gammacamera, si des injections y ont lieu, un endroit où déposer les seringues radioactives contaminées doit être prévu.

Les produits radioactifs qui ont quitté la chambre chaude doivent y rentrer dès que possible.

En fin de travail, il faut vérifier soigneusement que des sources radioactives ne traînent pas en dehors du local chaud.

#### 3° *Fermeture des locaux*

En dehors de la présence du personnel, les zones contrôlées (en particulier le local chaud) doivent être fermées à clé.

#### 4° *Marquage des récipients*

Les récipients contenant des substances radioactives doivent être clairement identifiés.

Ils doivent porter le symbole "radiations ionisantes".

Les sources scellées de calibration doivent également être signalées clairement comme étant radioactives.

Tout symbole radioactif figurant sur un récipient, un emballage etc. ne contenant plus de substance radioactive et n'étant pas contaminé doit être oblitéré ou enlevé avant que cet objet ne quitte la zone contrôlée.

## 5° Déchets radioactifs

Tous les déchets radioactifs doivent être recueillis et mis dans des poubelles réservées dites "poubelles chaudes".

Doivent être considérés comme déchets radioactifs :

- les flacons vides ou non, ayant contenu des substances radioactives ;
- les seringues ayant servi à l'injection de substance radioactive ;
- les tampons utilisés pour éponger du sang après injection de substance radioactive ;
- les gants, papiers absorbants contaminés ;
- tout autre objet contaminé ou susceptible de l'être.

Des poubelles séparées doivent être réservées à chaque groupe de produit radioactif suivant leur période radioactive.

Des poubelles chaudes doivent être disponibles à tous les endroits où sont produits des déchets :

- local chaud
- salle d'injection
- salle de mesure in vivo

En fin de travail, il faut rassembler les déchets radioactifs dans le pourrissoir.

Après décroissance suffisante, les déchets initialement radioactifs ne le sont plus mais restent évidemment des "déchets d'hôpitaux" et doivent être traités selon la législation en vigueur pour ces déchets.

En particuliers, les déchets d'un service de médecine nucléaire doivent être mis, s'il y a lieu, dans des poubelles réglementaires (par exemple, poubelles à usage unique destinées à l'incinération). (Voir annexe).

### 2.4.3 Prévention de l'irradiation externe

#### Principe

Il faut tout faire pour que les doses reçues soient maintenues à un niveau aussi bas que raisonnable possible.

Même pour les personnes les plus exposées (celles qui préparent les doses en chambre chaude), la dose sur 12 mois consécutifs glissants doit rester inférieure à 20 mSv.

#### Les dosimètres personnels

Les dosimètres personnels ne sont pas en eux-mêmes des moyens de protection mais permettent de vérifier si les doses reçues restent dans des valeurs acceptables et, par-là, ils contribuent à la protection.

Ils permettent aussi de connaître la dose reçue en cas d'exposition accidentelle.

- Toutes les personnes professionnellement exposées doivent porter, dans le service, leur dosimètre personnel, appelé "dosimètre de base".
- Si un dosimètre complémentaire (dosimètre poignet, à lecture directe, à alarme sonore) a été attribué à certaines personnes, celles-ci doivent le porter dans le service.
- Lorsqu'une personne porte un tablier plombé, elle doit porter un dosimètre en dessous du tablier et un second clairement identifié au-dessus de celui-ci.



- Les dosimètres nominatifs doivent être portés exclusivement par les personnes auxquelles ils sont attribués.
- Le dosimètre de base doit être porté à hauteur de poitrine.
- Pendant les périodes où ils ne sont pas portés, les dosimètres ne peuvent être entreposés dans un endroit où il existe un risque d'irradiation.
- Le boîtier d'un dosimètre ne peut en aucun cas être ouvert. Il doit être manipulé avec précaution pour ne pas être endommagé (ne pas laisser son dosimètre dans une blouse qui part à la lessive, ne pas exposer son dosimètre à une chaleur excessive).
- Un dosimètre nominatif ne peut en aucun cas servir à des expériences d'irradiation.
- Les dosimètres sont destinés à être portés pendant une période déterminée (généralement un mois).
- Il faut remettre son dosimètre en temps voulu au responsable chargé de les rassembler en fin de période (ne pas partir en congé en emportant son dosimètre ou en l'enfermant dans une armoire).
- Si un dosimètre a été perdu ou endommagé, il faut avertir immédiatement la personne responsable de la distribution et demander un dosimètre de remplacement.
- S'il s'est produit un accident ayant pu provoquer l'irradiation d'une personne, il faut faire renvoyer immédiatement le dosimètre de cette personne (donc sans attendre l'échéance normale de remplacement) à VINÇOTTE CONTROLATOM, avec un mot d'explication : le dosimètre sera lu immédiatement et les mesures nécessitées par une éventuelle irradiation seront prises sans retard.

### Les moyens de protection contre l'irradiation externe

Pour se protéger contre l'irradiation externe, il faut avoir à l'esprit les trois moyens de protection :

#### **TEMPS      DISTANCE      ECRANS**

- Ne pas séjourner inutilement dans le local chaud ou à côté d'un patient ayant reçu une injection de radionucléide.
- Dans le local chaud, travailler rapidement mais sans précipitation.
- Ne pas tenir en main, lorsque cela n'est pas nécessaire, un récipient, même plombé, contenant des substances radioactives.
- Porter le tablier plombé quand cela a été demandé.
- Eluer le technétium dans le pot plombé ad hoc.
- Placer toute fiole contenant des substances radioactives dans un pot de plomb et dans le château de plomb.
- Préparer les doses derrière le bouclier plombé en L protégeant le corps y compris la figure.
- Placer et transporter les doses préparées dans des coffrets plombés.
- Utiliser les protège-seringue plombés pour les injections.
- Mettre les déchets radioactifs dans les poubelles plombées ad hoc.

#### 2.4.4 Prévention de la contamination

Le personnel du service manipulant des substances radioactives doit porter des vêtements de travail réservés au travail en médecine nucléaire.

Les vêtements de ville et les objets personnels (manteaux, sacs à mains etc.) sont laissés dans le vestiaire froid situé en dehors du service.

Il est interdit d'introduire dans la zone contrôlée de la nourriture, des boissons, du tabac, des fards et cosmétiques.



Il est interdit dans la zone contrôlée de fumer, boire et manger ainsi que de pipeter à la bouche.

Lorsqu'il y a un risque de contamination, du papier absorbant ou un plateau récupérateur est placé sur la table de travail.

Les locaux sont maintenus en bon ordre ; ils ne peuvent être encombrés par des objets non immédiatement indispensables.

Les substances radioactives non employées sont remises immédiatement dans leur entrepôt.

Le personnel met des gants imperméables dès qu'il y a un risque de contamination (élution, préparation des doses, injection).

Le niveau de contamination des surfaces de travail, des vêtements de travail et des mains est régulièrement vérifié.

En fin de travail, ou lorsqu'il quitte le service, le personnel retire les blouses de travail dans le vestiaire chaud et se lave les mains.

Aucun appareil utilisé dans la zone contrôlée ne peut quitter celle-ci sans l'autorisation du responsable et sans que sa non-contamination n'ait été contrôlée.

L'entretien du service est fait par du personnel spécialement affecté, avec l'accord et sous la surveillance d'un responsable.

Le matériel de nettoyage est réservé au service et est entreposé dans celui-ci.

Dans les services où on manipule des activités importantes, il convient de disposer en plus d'un matériel de nettoyage réservé à la chambre chaude.

## 2.4.5 Consignes en cas d'incident ou d'accident

### 1° Consignes en cas d'incident ou d'accident

Un accident grave de contamination peut se produire suite à :

- un bris de flacon contenant des substances radioactives à la suite d'une chute ou d'un choc.
- un incident lors d'une injection de produits radioactifs.
- un patient ayant reçu une dose qui urine en dehors des toilettes.

Dans tous les cas, il faut avertir immédiatement le préposé à la surveillance qui donnera ses instructions et surveillera l'intervention.

Cette intervention doit viser en premier lieu à limiter la dispersion de la contamination.

L'intervention consiste à :

- Isoler le local contaminé et créer à la sortie de celui-ci un sas de décontamination.
- Mettre des feuilles de plastique au sol.
- Débarrasser au maximum le patient contaminé des effets contaminés et évacuer le patient.
- Le personnel se trouvant dans le local contaminé doit prendre garde de ne pas contaminer d'autres locaux en sortant du local contaminé :
- enlever les vêtements contaminés, notamment les chaussures, dans le sas.
- Ne pas entrer et sortir à répétition du local

- Le personnel extérieur ne peut entrer dans le local, en vue de porter aide (sauf urgence), qu'après avoir mis une blouse de travail, des gants imperméables et des over-shoes.
- Le personnel intérieur au local contaminé retire les vêtements contaminés, met des gants et des over-shoes.
- Eponger les liquides contaminés à l'aide de papier absorbant et placer celui-ci dans des sacs en plastique. Placer tout objet contaminé dans des sacs en plastique.
- Lorsque tous les liquides sont éponnés, évacuer le local contaminé et en interdire l'accès.
- Le préposé avertit le conseiller en prévention (SIPP). Celui-ci avertit VINÇOTTE CONTROLATOM et le médecin du travail qui pourraient se rendre sur place.
- L'expert de VINÇOTTE CONTROLATOM vérifiera la contamination des personnes et des locaux. Le médecin du travail procédera à la décontamination des personnes avec l'aide de l'expert de VINÇOTTE CONTROLATOM.

Les locaux contaminés ne pourront être réouverts qu'avec l'accord de l'expert de VINÇOTTE CONTROLATOM.

Il doit exister dans le service, une réserve de matériel d'intervention :

- papier absorbant.
- sacs en plastique
- feuilles de plastique ou alèses
- over-shoes
- gants imperméables
- blouses de réserve
- contaminamètre.

## 2° Incendie

Application des consignes en cas d'incendie propre à l'hôpital.

Ces consignes font partie du plan d'urgence de l'hôpital.

Les consignes particulières au service de médecine nucléaire sont :

- dans la mesure du possible, c'est-à-dire sans prendre de risques inconsidérés, les substances radioactives seront évacuées par le personnel du service dès qu'un incendie menace de s'étendre au service.
- Si l'évacuation des substances radioactives n'a pu se faire, on luttera néanmoins contre le feu avec les moyens à disposition (extincteurs à CO<sub>2</sub> ou à poudre). Dans la zone contrôlée, l'emploi de la lance d'incendie devrait être exclu.
- Le personnel ou pompiers intervenant dans le service ne s'exposera pas à la fumée contaminée et, au besoin, portera un masque.
- Après un incendie, l'accès au service sera interdit.
- VINÇOTTE CONTROLATOM sera immédiatement averti. Seul l'expert délégué par VINÇOTTE CONTROLATOM pourra autoriser à nouveau l'accès au service après avoir effectué les contrôles nécessaires.
- Les personnes qui ont pénétré dans le service pour lutter contre l'incendie ne pourront quitter les lieux sans l'accord de l'expert, et après contrôle de la contamination.

### 3 UTILISATION DE SOURCES SCÉLÉES DE RADIONUCLÉIDES ET D'APPAREILS DANS LE CADRE DE LA RADIOTHERAPIE

#### 3.1 Principe

Une source scellée de radionucléide, possède une structure qui en utilisation normale empêche toute dispersion de substances radioactives dans le milieu ambiant.

Le terme d'accélérateur est réservé aux appareillages ou installations dans lesquels les particules sont soumises à une accélération émettant des rayonnements ionisants d'une énergie supérieure à 1 MeV.

Ir 192	$\beta - \gamma$	73,8 j.
Y 90/Sr 90	$\beta$	2,7 j.
Cs 137	$\beta - \gamma$	30,2 ans
I 125	$\gamma$	60,1 j.

### 3.2 Les locaux

Les locaux doivent satisfaire aux dispositions légales décrites précédemment.

### 3.3 Les autorisations légales

L'établissement doit disposer d'une autorisation de création et d'exploitation délivrée par l'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire.

En ce qui concerne l'utilisation d'appareils et la détention et l'utilisation de radionucléides dans le cadre de la radiothérapie, l'autorisation n'est accordée qu'à des médecins spécialistes pouvant produire un diplôme, un certificat ou une attestation dont il ressort qu'ils ont suivi une formation appropriée (article 53.3.5).

### 3.4 Les règles de bonnes pratiques

Les règles de bonnes pratiques énoncées précédemment et relatives à la protection vis-à-vis de l'irradiation sont d'application.