

Médecine et rayonnements ionisants : fiches d'aide à l'analyse des risques en médecine nucléaire

Six nouvelles fiches d'aide à l'analyse des risques font suite à une série publiée fin 2004 dans le numéro 100 de la revue « Documents pour le Médecin du Travail » (pp. 469-498). Les premières fiches sont aujourd'hui disponibles en tirés à part sous les références INRS ED 4231 à ED 4236 et mises en ligne sur le site de l'INRS : www.inrs.fr. Comme précédemment, les fiches ont été élaborées par un comité scientifique multidisciplinaire associant plusieurs institutions et différents experts (cf. encadré 1) et font suite à une enquête sur la radioprotection menée en Ile-de-France⁽¹⁾. Cette série couvre la médecine nucléaire. Prenant en compte l'évolution de la réglementation, la fiche "Textes applicables" remplace et annule la précédente.

Comme les précédentes, ces nouvelles fiches radioprotection réalisées par le comité scientifique ci-contre, sont destinées plus particulièrement aux personnes compétentes en radioprotection et aux médecins du travail.

Elles ont été élaborées afin de faciliter la mise en place de la réglementation concernant la radioprotection dans le domaine médical et pour répondre au besoin de documents pratiques ressenti par les préventeurs. Chaque fiche propose pour les principales applications de la médecine nucléaire une grille d'analyse d'évaluation du risque.

Les grands items abordés sont :

- l'identification du risque ;
- l'évaluation du risque avec les niveaux d'exposition ;
- enfin, la stratégie de maîtrise du risque.

Les procédures d'évaluation proposées permettent de redéfinir les zones de travail et le classement du personnel.

L'objectif poursuivi est une meilleure appréhension du risque. La méthodologie d'analyse proposée devrait permettre, grâce au renforcement de la collaboration pluridisciplinaire sur le terrain, d'optimiser la radioprotection en milieu médical.

Afin de connaître l'historique de la genèse des fiches, se conférer à l'article publié fin 2004 dans la revue : *Doc Méd Trav.* 2004 ; 100 : 469-98.

Composition du comité scientifique

ENCADRÉ I

Institutions

- Autorité de sûreté nucléaire (ASN/DGSNR), Paris :
- Vidal J.P.
- Coradin D.

- Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) :
- Aubert B., Fontenay-aux-Roses
- Biau A., Le Vésinet
- Dr Canales J.M., Le Vésinet
- Rehel J.L., Fontenay-aux-Roses

- Ministère chargé du Travail :
Direction des relations du travail (DRT), Paris :
- Lahaye T.
Inspection médicale du travail et de la main d'œuvre, Paris :
- Dr Soula M.C.

- Institut national de recherche et de sécurité (INRS), Paris :
- Dr Gauron C.

Experts

- Pr Artus J.C., Centre régional de lutte contre le cancer (CRLC), Montpellier
- Dr Bacarisse J.P., GEMS, Buc
- Dr Boulay M.H., médecin du travail, Paris
- Pr Cordoliani Y.S., Hôpital du Val de Grâce, Paris
- Dr Gambini D., Service central de la médecine du travail, AP-HP, Paris
- Dr Gondran C., Centre René Huguenin, St-Cloud
- Dr Le Guen B., Section recherche et santé de la Société française de radioprotection (SFRP), Fontenay-aux-Roses
- Guérin C., Hôpital Necker, AP-HP, Paris
- Mercier J., Association française des techniciens en médecine nucléaire, Charleville-Mézières
- Dr Paycha F., CHU Louis Mourier, AP-HP, Colombes
- Dr Pelletier A., Hôpital Trousseau, AP-HP, Paris
- Rosenwald J.C., Institut Curie, Paris
- Dr Roussel A., Institut Gustave Roussy, Villejuif

C. GAURON*, animateur du comité scientifique (encadré 1)

* Département Etudes et assistance médicales, INRS

(1) Ces résultats ont été présentés dans une thèse soutenue en avril 2001 et ont été publiés : BOULAY MH, SOULA MC, GAURON C, BIAU A - Organisation de la radioprotection dans les établissements de soins : évaluation et constats en Ile-de-France. *Doc Méd Trav.* 90 : 167-73.



LES RAYONNEMENTS IONISANTS

Paysage institutionnel et réglementation applicable et Prévention et maîtrise du risque

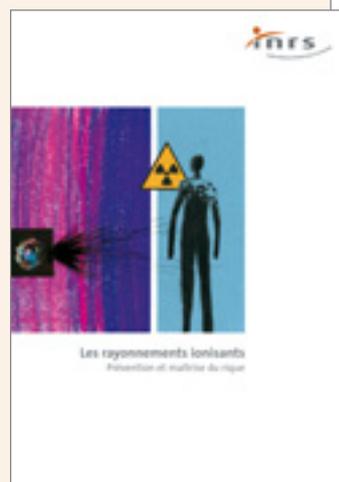
Un ensemble composé de deux brochures consacrées aux rayonnements ionisants est édité par l'INRS.

La première publication, mise à jour début 2006, est consacrée à la présentation de l'environnement institutionnel et réglementaire. L'objectif de ce document est de présenter le paysage institutionnel et la réglementation applicable en matière de prévention des risques encourus par les personnes qui, à titres divers, peuvent

Réf. ED 932, 2004, 72 p.

être exposées à des rayonnements ionisants. Afin de permettre de disposer d'une vue d'ensemble de la réglementation existante, nécessaire à une bonne compréhension des textes, les dispositions relevant du Code de la Santé publique ainsi que celles relevant du Code du travail applicables à la protection des travailleurs sont exposées.

La seconde brochure, qui vient de paraître début 2006, est consacrée aux aspects techniques des rayonnements et de leurs sources. Ce document est le complément technique du précédent. Il présente une méthodologie applicable à toute situation de travail susceptible d'entraîner une exposition aux rayonnements ionisants. Les rayonnements pouvant entraîner une exposition dans une situation de travail donnée doivent être identifiés avec pour objectif de mettre en œuvre les mesures de prévention qui permettent d'obtenir la maîtrise des expositions. En particulier, il souligne que la maîtrise des expositions nécessite la participation active de l'entreprise et de chacun des acteurs de terrain de la prévention.



1^{re} édition 2006,
Réf. ED 958, 56 p.



Médecine et rayonnements ionisants: fiches radioprotection

Voici les références de la première série de fiches fournissant une synthèse des connaissances utiles en radioprotection, réalisée par types d'activités (2005, 4 p. chacune).

- Réf. ED 4231 : Textes applicables. Rappel de textes concernant la radioprotection dans le domaine médical (mise à jour 2006, cf. pp. 9 à 12).
- Réf. ED 4232 : Radiologie conventionnelle. Installations fixes en milieu médical.
- Réf. ED 4233 : Radiologie conventionnelle. Installations en milieu médical : radios au lit.
- Réf. ED 4234 : Scanographie en milieu médical.
- Réf. ED 4235 : Radiologie interventionnelle en milieu médical (hors scanner). Actes courts (scopie cumulée < 300 s).
- Réf. ED 4236 : Radiologie interventionnelle en milieu médical (hors scanner). Actes longs (scopie cumulée > 300 s et pouvant atteindre plusieurs dizaines de minutes).

Pour toutes informations, commentaires ou remarques concernant ces fiches, s'adresser au docteur Christine Gauron, Département Études et assistance médicales, INRS (30, rue Olivier Noyer, 75680 Paris Cedex 14).
marie-christine.gauron@inrs.fr

FICHE RADIOPROTECTION

TEXTES APPLICABLES

Rappel de textes concernant la radioprotection dans le domaine médical

Actualisation, décembre 2005

La réglementation dans ce domaine a évolué, ainsi cette nouvelle fiche remplace et annule celle parue précédemment sous la référence ED 4231.

1. DIRECTIVES EUROPÉENNES

- Directive 96/29 du 13 mai 1996 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs résultant des rayonnements ionisants.
- Directive 97/43 du 30 juin 1997 relative à la protection sanitaire des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants lors d'expositions à des fins médicales.
- Directive 2003/122 du 22 décembre 2003 relative au contrôle des sources radioactives de haute activité et des sources orphelines.

2. ORGANISATION DES POUVOIRS PUBLICS

- Loi n° 2001-398 du 9 mai 2001 portant création de l'Agence de sécurité sanitaire environnementale (AFSSE) et de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).
- Ordonnance n° 2005-1087 du 1^{er} septembre 2005 par laquelle l'AFSSE devient l'AFSSET, l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail.
- Décret n° 2002-254 du 22 février 2002 relatif à l'IRSN.
- Décret n° 2002-255 du 22 février 2002 modifiant le décret n° 93-1272 du 1^{er} décembre 1993 et créant une Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

3. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE RADIOPROTECTION

- Ordonnance n° 2001-270 du 28 mars 2001 relative à la transposition des directives européennes 96/29 et 97/43 modifiant le Code de la Santé publique (articles L.1333-1 à L.1333-20 et L.1336-5 à L.1336-9).
- Loi n° 2004-806 du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique modifiant le Code de la Santé publique (article 82 visant notamment les articles L.1333-17 à L.1333-19 et L.1336-1-1 relatifs à l'inspection en radioprotection).
- Code de la Santé publique :
 - articles R.1333-1 à R.1333-54 (introduit par décret n°2002-460 du 4 avril 2002 relatif à la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants);
 - articles R.1333-55 à R.1333-74 (introduit par décret n°2003-270 du 24 mars 2003 relatif à la protection des personnes exposées à des fins médicales et médico-légales);

Cette fiche fait partie d'une série fournissant une synthèse des connaissances utiles en radioprotection, réalisée par type d'activités.

Elle rappelle les textes de loi et la réglementation concernant la radioprotection dans le domaine médical.

Ce document a été réalisé par un groupe de travail auquel ont participé l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire), la DRT (Direction des relations du travail), l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) et l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité). Voir la composition du comité scientifique en page 7.

- articles R.1333-75 à R.1333-92 (introduit par décret n°2003-295 du 31 mars 2003 relatif aux interventions en situation d'urgence radiologique et en cas d'exposition durable).

■ Arrêté du 27 janvier 2004 portant création d'une commission « sources de rayonnements ionisants » au sein de la section de la radioprotection du Conseil supérieur d'hygiène publique de France.

■ Arrêté du 14 mai 2004 relatif au régime général des autorisations définies au chapitre V-I « des rayonnements ionisants » du Code de la Santé publique.

4. PROTECTION DES TRAVAILLEURS CONTRE LES DANGERS DES RAYONNEMENTS IONISANTS

■ Code du travail :

- articles L. 231-1, L. 231-2 et L. 231-7-1 ;

- articles R. 231-73 à R. 231-116 (introduits par décret n° 2003-296 du 31 mars 2003 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants).

■ Décret n° 2004-1489 du 30 décembre 2004 autorisant l'utilisation par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire du répertoire national d'identification des personnes physiques dans un traitement automatisé de données relatives à la surveillance des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants.

■ Arrêté du 28 août 1991 approuvant les termes des recommandations faites aux médecins du travail assurant la surveillance médicale des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants.

■ Arrêté du 30 août 1991 déterminant les conditions d'installation auxquelles doivent satisfaire les générateurs électriques de rayons X.

■ Arrêté du 28 février 1995 pris en application de l'article D.461-25 du Code de la Sécurité sociale fixant le modèle type d'attestation d'exposition et les modalités d'examen dans le cadre du suivi post-professionnel des salariés ayant été exposés à des agents ou des procédés cancérogènes.

■ Arrêté du 12 mai 1998 modifiant l'arrêté du 8 octobre 1990 modifié fixant la liste des travaux pour lesquels il ne peut être fait appel aux salariés sous contrat de travail à durée déterminée ou aux salariés des entreprises de travail temporaire (zones où le débit horaire est susceptible d'être supérieur à 2 mSv).

■ Arrêté du 23 mars 1999 précisant les règles de la dosimétrie externe des travailleurs affectés à des travaux sous rayonnements en application des articles 20 bis et 25-I du décret du 28 avril 1975 et des articles 31 bis et 34-I du décret du 2 octobre 1986.

■ Arrêté du 9 janvier 2004 définissant les modalités d'agrément des organismes chargés des contrôles en radioprotection en application de l'article R. 1333-44 du Code de la Santé publique.

■ Arrêté du 30 décembre 2004 relatif à la carte individuelle de suivi médical et aux informations individuelles de dosimétrie des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants.

■ Arrêté du 26 octobre 2005 relatif aux modalités de formation de la personne compétente en radioprotection et de la certification du formateur.

■ Arrêté du 26 octobre 2005 définissant les modalités de contrôle de radioprotection en application des articles R. 231-84 du Code du travail et R. 1333-44 du Code de la Santé publique.

5. PERSONNES SPÉCIALISÉES EN RADIOPHYSIQUE MÉDICALE

■ Arrêté du 19 novembre 2004 relatif à la formation, aux missions et aux conditions d'intervention des personnes spécialisées en radiophysique médicale.

■ Arrêté du 7 février 2005 fixant la liste des diplômes compatibles avec l'exercice des missions de la personne spécialisée en radiophysique médicale et permettant l'inscription à la formation spécialisée prévue à l'article 4 de l'arrêté du 19 novembre 2004.

6. MANIPULATEURS D'ÉLECTRORADIOLOGIE

■ Code de la Santé publique :

- articles L.4351-1 à L. 4351-7, L. 4352-1, L. 4353-1 à 2 (introduits par les lois n° 95-116 du 4 février 1995 et n° 96-452 du 28 mai 1996 et l'ordonnance n° 2001-199 du 1^{er} mars 2001).

■ Décret n° 84-710 du 17 juillet 1984 fixant les catégories de personnes habilitées à effectuer certains actes d'électroradiologie médicale.

■ Décret n° 97-1057 du 19 novembre 1997 relatif aux actes professionnels et à l'exercice de la profession de manipulateur d'électroradiologie médicale.

■ Décret n° 97-1059 du 19 novembre 1997 fixant la liste des actes de radiodiagnostic auxquels peuvent participer des personnes mentionnées à l'article 5 de la loi 96-452 du 28 mai 1996 portant diverses mesures d'ordre sanitaire, sociale et statutaire.

■ Arrêté du 7 février 1995 modifiant l'arrêté du 1^{er} août 1990 modifié relatif au programme des études préparatoires au diplôme d'état de manipulateur d'électroradiologie médicale.

7. CONTRÔLE DE QUALITÉ DES DISPOSITIFS MÉDICAUX

■ Code la Santé publique :

- article L. 5212-1 ;

- articles R. 5211-1 à R. 5211-53 (exigences essentielles de santé et de sécurité)

- articles R. 5212-25 à R. 5212-32 (introduits par décret n° 2001-1154 du 5 décembre 2001 relatif à l'obligation de maintenance et au contrôle de qualité des dispositifs médicaux prévus à l'article L. 5212-1).

■ Décret n° 2004-547 du 15 juin 2004 modifiant l'annexe 1 du Livre V bis du Code de la Santé publique relative aux exigences essentielles de santé et de sécurité applicables aux dispositifs médicaux.

- Arrêté du 3 mars 2003 fixant les listes des dispositifs médicaux soumis à l'obligation de maintenance et au contrôle de qualité mentionnés aux articles L. 5212-1 et D. 665-5-3.
- Arrêté du 3 mars 2003 fixant la composition du dossier de demande d'agrément des organismes souhaitant réaliser le contrôle de qualité externe des dispositifs médicaux mentionné à l'article D. 665-5-6 du Code de la Santé publique.
- Décision AFSSAPS du 2 mars 2004 fixant les modalités du contrôle de qualité externe des installations de radiothérapie externe.
- Décision AFSSAPS du 2 mars 2004 fixant les modalités du contrôle de qualité interne des accélérateurs d'électrons à usage médical et des installations de télécobalthérapie.
- Décision AFSSAPS du 20 avril 2005 fixant les modalités du contrôle de qualité des installations d'ostéodensitométrie utilisant des rayonnements ionisants.
- Décision AFSSAPS du 7 octobre 2005 fixant les modalités du contrôle de qualité des installations de mammographie analogique. Annule et remplace la décision du 27 mars 2003 dans un délai de 2 mois après la publication de la décision du 7 octobre 2005.

8. MÉDECINE NUCLÉAIRE ET RADIOLOGIE

- Décret n° 2004-1289 du 26 novembre 2004 relatif à la liste des activités de soins et des équipements matériels lourds soumis à autorisation en application de l'article L. 6122-1 du Code de la Santé publique et modifiant ce code.
- Décret n° 2005-419 du 3 mai 2005 relatif à l'Institut national du cancer.
- Arrêté du 26 mars 1974 modifié par arrêté du 15 octobre 1992 relatif à la compétence des personnes pouvant être autorisées à utiliser des radioéléments en sources non scellées à des fins médicales.
- Arrêté du 30 octobre 1981 relatif aux conditions d'emploi des radioéléments artificiels utilisés en sources non scellées à des fins médicales.
- Arrêté du 17 juillet 2003 relatif aux modalités de mise hors service des appareils de radioscopie sans technique d'intensification d'image.
- Arrêté du 1^{er} décembre 2003 relatif aux qualifications et à la formation des pharmaciens utilisant des médicaments radiopharmaceutiques dans les établissements de santé et les syndicats interhospitaliers.
- Arrêté du 21 janvier 2004 relatif à l'information des personnes exposées aux rayonnements ionisants lors d'un examen de médecine nucléaire.
- Arrêté du 12 février 2004 relatif aux niveaux de référence en radiologie et médecine nucléaire.
- Arrêté du 18 mai 2004 relatif aux programmes de formation portant sur la radioprotection des patients exposés aux rayonnements ionisants.
- Arrêté du 28 mai 2004 fixant l'indice de besoins afférent aux appareils de diagnostic utilisant l'émission de radioéléments artificiels (caméra à scintillation munie d'un détecteur d'émission de positons en coïncidence, tomographes à émission de positons, caméra à positons).
- Circulaire DGS/DHOS n° 2001-323 du 9 juillet 2001 relative à la gestion des déchets d'activités de soins contaminés par des radionucléides.
- Normes NFC 15-160 relatives aux règles générales de production et l'utilisation de rayons X.
- Normes NFC 15-161 et 15-163 relatives aux règles particulières pour les installations de radiodiagnostic médical, vétérinaire et dentaire.
- Lettre circulaire du 5 août 2005 de l'ASN rappelant la réglementation de radioprotection applicable en médecine nucléaire.



FICHE RADIOPROTECTION

Médecine nucléaire

Diagnostic *in vivo* hors TEP ⁽¹⁾

Définition : acte à visée diagnostique utilisant des radionucléides artificiels administrés en sources non scellées à un patient.

La détention et l'utilisation de radionucléides à des fins de médecine nucléaire sont subordonnées à une autorisation préalable du ministre chargé de la Santé en application du Code de la Santé publique (art. R. 1333-24).

L'autorisation est personnelle, non transférable et délivrée pour une période de 5 ans, renouvelable à la demande de l'intéressé, à un médecin possédant les titres requis ; elle implique le respect des dispositions en matière de radioprotection prévues au titre du Code du travail et du Code de la Santé publique.

L'établissement abritant l'unité de médecine nucléaire est soumis aux dispositions du Code de l'environnement en matière d'installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE).

1. PERSONNEL CONCERNÉ

L'ensemble des dispositions ci-après s'applique aux salariés de l'établissement, aux travailleurs indépendants, aux intérimaires et aux salariés des entreprises intervenantes. Ces dispositions imposent une coordination des mesures de radioprotection entre les différents intervenants, assurée par le chef de l'établissement où sont mises en œuvre les sources.

Ces dispositions doivent être incluses dans le plan de prévention pour les entreprises intervenantes.

Une information ciblée et le cas échéant une formation doit être délivrée aux membres de l'unité de médecine nucléaire, au personnel des services de soins, des services techniques et d'entretien concernés.

Une information adaptée doit être également délivrée au patient ou à son entourage et, si nécessaire, au personnel du service hospitalier accompagnant ou accueillant le patient (arrêté du 21 janvier 2004 ⁽²⁾).

Principaux personnels concernés :

- médecin ;
- personnel paramédical ;
- radiophysicien (personne spécialisée en radiophysique médicale - PSRPM) ;
- radiopharmacien ;
- stagiaire ;
- personnel d'entretien ;

(1) TEP : Tomographie par émission de positons

(2) Arrêté du 21 janvier 2004 relatif à l'information des personnes exposées aux rayonnements ionisants lors d'un examen de médecine nucléaire.

Cette fiche fait partie d'une série fournissant une synthèse des connaissances utiles en radioprotection, réalisée par type d'activités.

Chaque fiche présente les différentes procédures, les types de dangers spécifiques, l'analyse des risques et leur évaluation ainsi que les méthodes de prévention.

Une fiche rappelle les textes de loi et la réglementation concernant la radioprotection dans le domaine médical (cf. pp. 9 à 12).

Ce document a été réalisé par un groupe de travail auquel ont participé l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire), la DRT (Direction des relations du travail), l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) et l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité). Voir la composition du comité scientifique p. 7.

- personnel de maintenance ;
- personnel du service technique.

2. DÉROULEMENT DES PROCÉDURES

- La mise en œuvre des radionucléides se déroule selon différentes séquences :
 - réception, entreposage ;
 - préparation, contrôle de qualité et dispensation des radiopharmaceutiques ;
 - administration et attente des patients ;
 - examens et interprétation ;
 - entretien médical et consignes de sortie ;
 - collecte, gestion et élimination des déchets et effluents ;
 - contrôle de qualité et étalonnage des appareils avec utilisation de sources scellées ou non scellées.
- Sauf exception, les accompagnants ne sont pas autorisés à pénétrer dans les zones réservées à l'injection, à l'attente des « patients injectés » et à l'examen.

3. DANGERS

Sources scellées	Sources non scellées
Émission de rayonnements γ provenant de sources d'étalonnage et de sources de repérage	Émission de rayonnements X, γ, β et dispersion de radionucléides
Exemples : cobalt 57, baryum 133 pour les caméras à scintillations... césium 137 pour les activimètres...	Exemples : technétium 99m, iode 123, thallium 201...

4. IDENTIFICATION DU RISQUE RAYONNEMENT IONISANT

Sources scellées	Sources non scellées
Exposition externe à distance ou au contact	Exposition externe à distance ou au contact
	Exposition interne (inhalation ou ingestion ou plaie cutanée)

Cf. tableaux des principaux radionucléides en *annexe*

5. ÉVALUATION DU RISQUE ET DÉTERMINATION DES NIVEAUX D'EXPOSITION

Collaboration médecin du travail-personne compétente en radioprotection (PCR).

En raison du classement ICPE de l'unité de médecine nucléaire, la PCR doit faire partie des salariés de l'établissement (art. R. 231-106 du Code du travail).

1. Éléments d'évaluation du risque

L'étude dosimétrique des postes de travail liée au déroulement des procédures prend en compte notamment l'activité et la nature des radionucléides manipulés.

Les niveaux d'exposition sont estimés par des :

- données individuelles :
 - historique des expositions externe et interne du personnel ;
 - résultats de la dosimétrie individuelle passive et opérationnelle ;
 - résultats des dosimètres des extrémités ;
 - résultats de la surveillance systématique par l'examen radiotoxicologique des urines et si possible l'examen anthroporadiométrique.
- données collectives :
 - résultats des contrôles d'ambiance (mesures du rayonnement photonique ambiant) ;
 - résultats des contrôles de non-contamination de locaux avec des radiamètres adaptés ;
 - résultats des contrôles de radioprotection de l'installation (à la mise en service puis périodiquement).

2. Délimitation des zones contrôlées et surveillées

Ces zones sont définies par le chef d'établissement après avis de la PCR selon les risques d'exposition des opérateurs mis en évidence notamment sur la base des études de poste.

Compte tenu des conditions habituelles de pratique :

- Les locaux dans lesquels des radionucléides sont susceptibles d'être manipulés régulièrement sont classés en zone contrôlée :
 - zone de réception des produits radioactifs ;
 - laboratoire chaud (radiopharmacie) ;
 - salles d'administration des radionucléides ;
 - zones de manipulation et de stockage des déchets solides et liquides.
- Les salles de caméra à scintillations sont par principe classées en zone contrôlée.
- Les autres locaux d'accès réglementé sont par principe classés en zone surveillée.

Toutefois, ce classement peut être requalifié en fonction de l'analyse des postes de travail ; ainsi, on s'assure que les valeurs mesurées respectent les prescriptions de l'arrêté relatif à la délimitation des zones réglementées. De même, certaines parties de locaux peuvent nécessiter un classement spécifique (exemple boîte à gants).

3. Classement du personnel en catégories A et B

Le classement est défini par le chef d'établissement après avis du médecin du travail.

Il sera apprécié avec la PCR **selon les études de poste propres à chaque service.**

À titre indicatif :

Personnel concerné	Catégorie proposée
Médecin nucléaire Radiopharmacien	A ou B en fonction des pratiques et de l'évaluation des risques au poste de travail
Cardiologue surveillant l'examen	B
Manipulateur, technicien de laboratoire, infirmier	A B en l'absence de manipulation de source et en fonction des études de poste
Radiophysicien (personne spécialisée en radiophysique médicale – PSRPM)	B
Personnel d'entretien	B
Stagiaire	A ou B selon le poste d'affectation <i>Nota : pas de poste d'affectation impliquant un classement en cat. A pour un stagiaire < 18 ans</i>
Autre personne susceptible de pénétrer occasionnellement en zone surveillée ou contrôlée	Appréciation au cas par cas avec la PCR
Secrétaire, personnel d'accueil	Ne devant pas être affectés en zones réglementées, ne sont donc pas concernés par le classement

4. Choix de la surveillance dosimétrique

Dosimétrie externe passive	Dosimétrie opérationnelle	Dosimétrie interne
<p>CATÉGORIE A</p> <ul style="list-style-type: none"> Dosimétrie poitrine mensuelle Dosimétrie des extrémités (bague de préférence) 	Obligatoire en zone contrôlée	Examen radiotoxologique des urines et si possible anthroporadiométrique
<p>CATÉGORIE B</p> <p>Dosimétrie poitrine mensuelle ou trimestrielle selon l'étude de poste</p>		
<p>NON CLASSÉ</p> <p>Appréciation au cas par cas</p>	Obligatoire pour pénétrer occasionnellement en zone contrôlée	Sans objet

6. STRATÉGIE DE MAÎTRISE DE RISQUE

1. Réduction des risques

Mise en œuvre des sources et installation par des professionnels formés et qualifiés

- Prévention générale :
 - connaître et respecter les consignes de travail et de sécurité ;
 - utiliser des accessoires de protection (cf. § 6.3).
- Manipulation :
 - confiner les sources, utiliser les activités strictement nécessaires et ranger les sources après utilisation ;
 - limiter le temps de manipulation des sources ;
 - limiter le temps de présence auprès d'un patient injecté ;
 - travailler en évitant les contaminations de surface, contrôler régulièrement l'absence de contamination.
- Incidents, accidents :
 - prévoir les protocoles en cas de contamination des locaux et/ou des personnes ;
 - déclarer tout dysfonctionnement, incident et accident au responsable de l'unité de médecine nucléaire et à la PCR qui prennent toutes dispositions pour maîtriser l'événement, en connaître les causes et en tirer les enseignements ;
 - l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire - 0800 804 135) est informée sans délai par le chef d'établissement ;
 - en cas de dépassement de dose, l'inspecteur du travail doit également être prévenu ainsi que le CHSCT (ou les délégués du personnel).

2. Mesures techniques concernant l'installation

L'installation doit être conçue, aménagée et équipée conformément aux règles de radioprotection en vigueur dont les principales dispositions sont rappelées ci-après :

Mesures générales

- La hiérarchisation des locaux est prévue en tenant compte du niveau d'activité des sources.
- Les locaux où sont détenues et utilisées les sources doivent être :
 - situés à l'écart des circulations générales,
 - regroupés,
 - signalés.
- L'accueil, le secrétariat, les bureaux, la salle de détente du personnel doivent être implantés en zone « public ».
- Le sas vestiaire pour le personnel est conçu et aménagé pour permettre la séparation dans deux secteurs distincts des vêtements de ville et des vêtements de travail (y compris les chaussures), et comporte douche et lavabo.
- Un moyen de contrôle des contaminations externes des mains et des pieds à l'entrée du vestiaire (côté locaux techniques) est nécessaire.

Mesures techniques concernant les locaux classés « zone contrôlée ou surveillée » :

- Le revêtement des sols (à remonter en plinthes), des murs et des surfaces de travail doit être en matériau lisse, imperméable, sans joint et facilement décontaminable.
- Les parois du laboratoire chaud et de la salle d'injection doivent être spécialement renforcées (épaisseur équivalente à 15 cm de béton).
- Un guichet pour le transfert des sources doit être placé entre le laboratoire chaud et la salle d'injection.
- La ventilation doit être indépendante du système général de ventilation et doit permettre une mise en dépression des locaux et un renouvellement d'air de 10 volumes/heure pour le laboratoire chaud et de 5 volumes/heure minimum pour les autres locaux ; l'extraction de l'air se fera sans risque de recyclage, au moins 2 mètres au-dessus d'une terrasse et à distance de toute prise d'air neuf.
- Le dispositif de captation de l'air doit se situer au plus près de la tête du patient lors des examens ventilatoires et être raccordé à une gaine d'extraction indépendante.
- Les éviers doivent comporter des robinets à commande non manuelle, reliés à des cuves de décroissance quand ils sont susceptibles de recevoir des effluents liquides contaminés. Dans ce cas, ces éviers doivent être clairement identifiés.
- La bonde au sol du laboratoire chaud et de la salle d'injection est reliée aux cuves de décroissance.
- Les hottes et enceintes blindées de préparation des sources (adaptées à la nature et à l'activité des radionucléides) sont équipées de gants et d'un système de ventilation indépendant avec filtres (ces filtres sont changés tous les ans). Il convient d'obtenir du fournisseur les radionucléides et les activités maximales pouvant y être stockés et manipulés.
- Du matériel de détection des contaminations et de mesure du champ de rayonnement doit être présent. Ce matériel doit être régulièrement entretenu et contrôlé.

Mesures concernant les déchets solides radioactifs :

- Tri et conditionnement des déchets le plus en amont possible.
- Dépôt des déchets dans des réceptacles adaptés aux radionucléides (poubelles, boîtes à aiguilles plombées...).
- Entreposage des déchets dans le local de l'unité de médecine nucléaire conçu à cet effet, selon la nature et la période des radionucléides (moins de 24 heures, moins de 8 jours, plus de 8 jours).
- Tenue d'un registre permettant d'assurer la traçabilité des déchets.
- Contrôle par détecteur dont le seuil est réglé de 1,5 à 2 fois le bruit de fond.
- Intégration des modalités de gestion des déchets précisées dans le plan de gestion des déchets et effluents radioactifs de l'établissement.

Mesures concernant les effluents liquides radioactifs :

- Cuves de décroissance recevant les liquides radioactifs des laboratoires :

- présence d'au moins 2 cuves fonctionnant alternativement en remplissage et en stockage de décroissance, facilement décontaminables, situées dans un local indépendant, correctement ventilé, balisé et fermé à clef ;
- équipement d'un indicateur de niveau (avec renvoi de l'information dans l'unité de médecine nucléaire), d'un dispositif de prélèvement en position haute et d'un indicateur de débordement (avec renvoi de l'information dans l'unité de médecine nucléaire et au PC sécurité de l'établissement) ;
- cuvelage de sécurité recouvert d'un revêtement décontaminable pour la rétention de liquide en cas de fuite ; ce cuvelage doit être muni d'un détecteur de fuite avec renvoi dans l'unité de médecine nucléaire et au poste de contrôle sécurité de l'établissement ;
- mesure d'un échantillon avant la fermeture des cuves pour calculer le temps nécessaire permettant d'atteindre une activité volumique inférieure ou égale à 7 Bq/L ;
- tenue d'un registre réservé à la gestion des cuves où sont consignées la nature des radionucléides, les activités initiales, les temps de séjour requis, les dates de début, de fin de remplissage et de vidange des cuves ainsi que les résultats des contrôles ;
- Sanitaires réservés aux patients injectés :
 - présence d'une fosse de décroissance (type fosse septique ou système équivalent) interposée entre les sanitaires et le collecteur de l'établissement (2 m³ minimum pour une fréquentation journalière de 25 personnes), il est recommandé de prévoir des dispositions permettant de maîtriser les dysfonctionnements éventuels de ce type d'installation.
- Contrôles réguliers de l'activité volumique à l'émissaire de l'établissement :
 - soit par un bilan 4 fois par an réalisé sur une période de 8 h ;
 - soit par un contrôle continu.
- Intégration des modalités de gestion des déchets précisées dans le plan de gestion des déchets et effluents radioactifs de l'établissement.

Contrôles réguliers :

- du matériel de détection,
- de l'activimètre,
- des sources scellées,
- des hottes et enceintes,
- des filtres,
- de la ventilation générale.

3. Mesures techniques individuelles

- Gants à usage unique :
 - à porter lors de toute manipulation de sources radioactives, y compris lors du travail dans les enceintes ou les hottes ;
 - à enlever selon la procédure adaptée ;
 - à éliminer avec les déchets contaminés.
- Lavage régulier des mains.

- Contrôle systématique des mains et pieds après manipulation et avant la sortie de l'unité de médecine nucléaire.
- Port de vêtements (tunique à manches longues) et chaussures réservés à l'unité de médecine nucléaire sans objet personnel ni bijou.
- Utilisation de pinces longues pour la manipulation des flacons de radionucléides.
- Écrans de protection adaptés :
 - protège-seringues, protège-flacons ;
 - écrans de protection mobile.

Alors qu'il est efficace en radiologie classique, le port de tablier de protection radiologique en médecine nucléaire n'apporte que peu de gain en radioprotection :

- en radiologie classique, atténuation d'un facteur 50,
- atténuation d'un facteur 2 en cas d'utilisation de technétium,
- atténuation encore plus faible pour les énergies supérieures à 150 keV.

4. Formation et information

- Remise par le chef d'établissement à chaque personne susceptible d'intervenir dans les zones réglementées d'une notice d'information spécifique à l'unité et d'une fiche d'information relative au suivi dosimétrique (SISERI²).
- Diffusion de consignes générales de sécurité applicables dans l'unité de médecine nucléaire (incluant notamment les consignes « incendie »).
- Mise à disposition de la conduite à tenir en cas d'incident de contamination.
- Affichage des consignes de travail adaptées à la nature des expositions et aux opérations réalisées et comportant les noms et les coordonnées de la PCR et du médecin du travail.
- Information et formation des personnels :
 - organisées avec la PCR et le médecin du travail,
 - renouvellement de la formation au moins tous les 3 ans,
 - sensibilisation des femmes sur la nécessaire déclaration précoce des grossesses et sur les éventuels aménagements du poste de travail applicables après avis du médecin du travail.
- Information des personnes accompagnant les patients et des services devant les accueillir visant à limiter l'exposition des personnes qui seront en contact avec eux et à gérer les déchets éventuels (couches, pansements...).

5. Prévention et surveillance médicale

- Surveillance médicale réglementaire :
 - Visite médicale :
 - avant affectation au poste puis visite au moins une fois par an ;
 - individualisée en s'appuyant sur la fiche d'exposition du travailleur établie par le chef d'établissement ;

- information spécifique aux femmes en âge de procréer sur la compatibilité réglementaire et médicale du poste avec la grossesse et/ou l'allaitement ;
- recherche de lésions cutanéomuqueuses (y compris les tympons) pouvant favoriser la pénétration de radionucléides et gêner la décontamination ;
- évaluation au cas par cas des répercussions d'autres pathologies sur les conséquences radiobiologiques d'une contamination.
- Examens complémentaires :
 - le médecin du travail a toute latitude pour demander tout examen complémentaire et/ou spécialisé qu'il juge nécessaire ;
 - examens anthroporadiométriques et/ou radiotoxicologiques urinaires en cas de risque de contamination interne ; la fréquence est adaptée à la période effective et à l'évaluation du risque de contamination ;
 - NFS à l'embauche conseillée comme examen de référence puis adaptée à la surveillance individuelle...

- Carte individuelle de suivi médical remise par le médecin du travail à tout travailleur relevant des catégories A ou B (contacter l'IRSN : www.siseri.com).

- Surveillance dosimétrique (voir § 5-4)
 - Communication à l'intéressé et commentaire par le médecin du travail de ses résultats dosimétriques individuels.
 - Échange des informations concernant la dosimétrie du personnel entre la PCR et le médecin du travail à organiser selon l'arrêté du 30 décembre 2004 (relatif à la carte individuelle de suivi médical).
- Grossesse :
 - Il est indispensable d'inciter le personnel féminin à informer le plus tôt possible le médecin du travail de sa grossesse pour permettre la mise en place des mesures nécessaires : l'aménagement du poste de travail ou le changement d'affectation est laissé à l'entière appréciation du médecin du travail après concertation avec l'intéressée.
 - Aucune femme enceinte ne peut être affectée à un poste impliquant un classement en catégorie A et l'exposition de l'enfant à naître doit dans tous les cas rester inférieure à 1 mSv entre la déclaration de la grossesse et l'accouchement (limitation absolue).
 - Les tâches compatibles avec la poursuite de l'activité d'une femme enceinte sont définies par le médecin du travail en concertation avec la PCR en fonction des études de poste.
 - En cas du maintien dans l'unité, une dosimétrie opérationnelle permanente est fortement recommandée et une attention particulière doit être portée sur les risques de contamination.

- Allaitement :
 - Aucune femme allaitant ne peut être affectée à un poste impliquant un classement en catégorie A.
 - Les tâches compatibles avec la poursuite de l'activité d'une femme allaitant sont définies par le médecin du travail en concertation avec la PCR en fonction des études de poste et doivent **exclure tout risque d'exposition interne** (travaux au laboratoire chaud, injection et scintigraphie pulmonaire de ventilation en particulier).

(2) SISERI : système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants.

■ Dossier et suivi post professionnel

● Le dossier médical

- Il comporte notamment :

- le double de la fiche d'exposition établie par le chef d'établissement avec l'aide du médecin du travail ;
- les dates et les résultats des examens anthroporadiométriques et radiotoxicologiques urinaires ;
- le relevé dosimétrique avec les doses efficaces et les doses équivalentes.

- Il est conservé pendant au moins 50 ans après la fin de la période d'exposition.

- Ce dossier est communiqué, sur sa demande, au médecin inspecteur régional du travail et de la main d'œuvre et peut être adressé, avec l'accord du travailleur, au médecin choisi par celui-ci.

- Si l'établissement vient à disparaître, ou si le travailleur change d'établissement, l'ensemble du dossier est transmis au médecin inspecteur régional du travail, à charge pour celui-ci de l'adresser, à la demande de l'intéressé, au médecin du travail désormais compétent.

● Suivi post professionnel :

Attestation d'exposition professionnelle aux radiations ionisantes à établir selon le modèle fixé par arrêté.

■ Prise en charge des anomalies et incidents

● Exposition externe

- Le dosimètre opérationnel est paramétré par la PCR qui définit les seuils d'alarme adaptés au poste de travail.

- En l'absence de dosimétrie opérationnelle et en cas de suspicion d'incident, un traitement en urgence du dosimètre passif est effectué.

- Si l'exposition est supérieure au niveau habituel pour le poste considéré, une enquête est dans tous les cas entreprise.

- En cas de discordance entre les résultats de dosimétrie passive et opérationnelle, le médecin du travail détermine, après enquête, la dose reçue par le travailleur en ayant recours si nécessaire à l'IRSN. La dose finalement retenue est transmise à l'IRSN (SISERI).

● Contamination – Principes généraux

- Évaluer rapidement l'importance de la contamination et mettre en œuvre le protocole de décontamination.

- Dans tous les cas, la PCR, le chef de service et le médecin du travail doivent être prévenus sans délai.

- Si nécessaire, contacter le dispositif d'alerte de l'IRSN :
06 07 31 56 63

- Dans tous les cas, prévoir dès le premier jour un test urinaire sur 24 h en vue d'une analyse radiotoxicologique en urgence ; celle-ci sera associée si possible à un examen anthroporadiométrique lorsque le radionucléide manipulé est un émetteur gamma.

● Contamination d'une personne :

- Avant d'entreprendre une action de décontamination,

contrôler ou faire contrôler les mains, la blouse, les cheveux, les chaussures... (en cas de douche, lavage des mains préalable de façon à éviter toute contamination cutanée secondaire).

- Procéder à la décontamination par lavage à l'eau savonneuse, sans frotter ou utiliser un détergent de décontamination (pH neutre) et contrôler l'efficacité de cette décontamination.

- En cas de projection oculaire : laver sous l'eau à température ambiante.

- Le médecin du travail prévoit :

- un nouvel essai en cas d'échec de décontamination. En cas d'échec après 2 ou 3 essais, mettre un pansement étanche sur la zone contaminée et contacter le dispositif d'alerte de l'IRSN (le pansement a pour rôle de faire transpirer la peau en cas de contamination cutanée profonde qui résiste au lavage et faciliter ainsi son élimination) ;
- un prélèvement nasal par mouchage dans un mouchoir jetable et un contrôle de l'activité de ce papier ;
- un renouvellement de l'examen anthroporadiométrique et/ou de l'examen radiotoxicologique urinaire ;
- une mesure de l'activité surfacique cutanée (appui possible de l'IRSN).

- S'il le souhaite, le médecin du travail peut contacter le dispositif d'alerte de l'IRSN qui l'aidera dans la prise en charge.

Tout incident ou accident de contamination d'un salarié doit être déclaré ou inscrit sur le registre de déclaration des accidents bénins.

● Contamination des locaux et/ou du matériel :

- Déterminer l'étendue de la zone contaminée et, si nécessaire, délimiter et baliser un périmètre de sécurité.

- Confiner le déversement ou la fuite avec un matériau absorbant.

- Toute contamination de locaux, de surface de travail ou de vêtement doit être éliminée dès sa détection puis son origine recherchée. Elle doit faire suspecter une contamination éventuelle de personne.

- La PCR évalue l'importance de la contamination et effectue la décontamination (port de gants, surblouse et surchaussures obligatoire) avec du matériel jetable selon les consignes affichées dans le local.

6. Évaluation de la maîtrise des risques

■ Afin d'optimiser la radioprotection des travailleurs et de l'installation, le chef d'établissement établit l'ensemble des bilans nécessaires à l'évaluation de la maîtrise des risques. Les bilans font notamment état des dépassements des valeurs limites et des moyens mis en œuvre pour y remédier.

■ Le CHSCT (ou à défaut les délégués du personnel) a accès à ces différents résultats :

- bilan statistique des expositions de l'unité de médecine nucléaire ;

- bilan des dysfonctionnements relevés : matériovigilance et

compte rendu des interventions techniques... ;

- bilan des contrôles effectués.

- La consultation régulière de SISERI à des fins d'optimisation et d'information du médecin du travail ainsi que la consultation des relevés annuels des doses individuelles permettent d'apprécier l'évolution des expositions externes et internes des travailleurs.
- Les résultats des différents contrôles techniques et d'ambiance (ainsi que l'analyse préalable du niveau d'exposition) sont intégrés au document unique concernant l'évaluation des risques.

7- Autres risques

- Risques biologiques : accident d'exposition au sang (AES), tuberculose...
- Port de charges lourdes : transfert de malades alités, matériels et containers plombés avec risque de troubles musculosquelettiques (TMS).
- Risques physiques : électriques, UV...

Caractéristiques des principaux radionucléides utilisés en médecine nucléaire en diagnostic *in vivo*.

Radionucléides utilisés en sources non scellées pour le diagnostic <i>in vivo</i>		Période	Nature des principales émissions
Azote 13	¹³ N	10 minutes	Bêta et photons d'annihilation
Carbone 11	¹¹ C	20 minutes	Bêta et photons d'annihilation
Cobalt 57	⁵⁷ Co	272 jours	Gamma
Cobalt 58	⁵⁸ Co	70,8 jours	Gamma
Chrome 51	⁵¹ Cr	27,7 jours	Gamma
Fer 59	⁵⁹ Fe	44,5 jours	Bêta et Gamma
Fluor 18	¹⁸ F	1,83 heures	Bêta et photons d'annihilation
Gallium 67	⁶⁷ Ga	3,26 jours	Gamma
Iode 123	¹²³ I	13,2 heures	Gamma
Iode 125	¹²⁵ I	60 jours	X
Iode 131	¹³¹ I	8 jours	Bêta et Gamma
Indium 111	¹¹¹ In	2,8 jours	Gamma
Krypton 85m	^{85m} Kr	4,47 heures	Gamma
Oxygène 15	¹⁵ O	2 minutes	Bêta et photons d'annihilation
Potassium 42	⁴² K	12,4 heures	Bêta et Gamma
Sodium 24	²⁴ Na	15 heures	Gamma
Technétium 99m	^{99m} Tc	6 heures	Gamma
Thallium 201	²⁰¹ Tl	3,04 jours	X, Gamma
Xénon 133	¹³³ Xe	5,2 jours	Bêta et Gamma

Caractéristiques des principaux radionucléides utilisés en médecine nucléaire pour l'étalonnage et le contrôle.

Radionucléides utilisés en sources scellées		Utilisation	Période	Nature des principales émissions
Baryum 133	¹³³ Ba	Étalonnage	10,5 ans	Gamma
Cobalt 57	⁵⁷ Co	Étalonnage et repérage anatomique	272 jours	Gamma
Césium 137	¹³⁷ Cs	Étalonnage	30 ans	Bêta et Gamma
Europium 152	¹⁵² Eu	Étalonnage	13,6 ans	Bêta et Gamma
Nickel 63	⁶³ Ni	Chromatographie	100 ans	Bêta
Sodium 22	²² Na	Étalonnage de caméra TEP	2,6 ans	Bêta et Gamma
Germanium 68	⁶⁸ Ge	Étalonnage et correction d'atténuation TEP	288 jours	Bêta et Gamma
Strontium 90	⁹⁰ Sr	Étalonnage d'appareils de mesure	28 ans	Bêta



FICHE RADIOPROTECTION

Médecine nucléaire

Diagnostic *in vivo* TEP ⁽¹⁾ au fluor 18

Définition : acte à visée diagnostique utilisant actuellement du fluor 18 principalement sous forme de ¹⁸FDG (fluoro-déoxy-glucose) administré à un patient.

La mise en œuvre d'une unité TEP ne peut s'envisager que dans une unité de médecine nucléaire.

La détention et l'utilisation de radionucléides à des fins de médecine nucléaire sont subordonnées à une autorisation préalable du ministre chargé de la Santé en application du Code de la Santé publique (art. R. 1333-24).

L'autorisation est personnelle, non transférable et délivrée pour une période de 5 ans, renouvelable à la demande de l'intéressé, à un médecin possédant les titres requis ; elle implique le respect des dispositions en matière de radioprotection prévues au titre du Code du travail et du Code de la Santé publique.

L'établissement abritant l'unité de médecine nucléaire est soumis aux dispositions du Code de l'environnement en matière d'installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE).

1. PERSONNEL CONCERNÉ

L'ensemble des dispositions ci-après s'applique aux salariés de l'établissement, aux travailleurs indépendants, aux intérimaires et aux salariés des entreprises intervenantes. Ces dispositions imposent une coordination des mesures de radioprotection entre les différents intervenants, assurée par le chef de l'établissement où sont mises en œuvre les sources.

Ces dispositions doivent être incluses dans le plan de prévention pour les entreprises intervenantes.

Une information ciblée et, le cas échéant, une formation doit être délivrée aux membres de l'unité de médecine nucléaire et aux personnes des services techniques et d'entretien concernés.

Principaux personnels concernés :

- médecin ;
- personnel paramédical ;
- radiophysicien (personne spécialisée en radiophysique médicale - PSRPM) ;
- radiopharmacien ;
- stagiaire ;

Cette fiche fait partie d'une série fournissant une synthèse des connaissances utiles en radioprotection, réalisée par type d'activités.

Chaque fiche présente les différentes procédures, les types de dangers spécifiques, l'analyse des risques et leur évaluation ainsi que les méthodes de prévention.

Une fiche rappelle les textes de loi et la réglementation concernant la radioprotection dans le domaine médical (cf. p. 9 à 12).

Ce document a été réalisé par un groupe de travail auquel ont participé l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire), la DRT (Direction des relations du travail), l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) et l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité). Voir la composition du comité scientifique p. 7.

(1) TEP : Tomographie par émission de positons

- personnel d'entretien ;
- personnel de maintenance ;
- personnel du service technique.

2. DÉROULEMENT DES PROCÉDURES

- La mise en œuvre du ^{18}F se déroule selon différentes séquences :
 - réception, entreposage ;
 - préparation, contrôle de qualité et dispensation des radiopharmaceutiques ;
 - administration et attente des patients ;
 - examens et interprétation ;
 - entretien médical et consignes de sortie ;
 - collecte, gestion et élimination des déchets et effluents.
 - contrôle de qualité et étalonnage des appareils avec utilisation de sources scellées ou non scellées ;
- Sauf exception, les accompagnants ne sont pas autorisés à pénétrer dans les zones réservées à l'injection, à l'attente des « patients injectés » et à l'examen.

3. DANGERS

Sources scellées	Sources non scellées
Émissions photoniques et/ou β des sources d'étalonnage et des sources des activimètres adaptés à la mesure du fluor 18	Fluor 18 : émission β et photoniques de 511 keV et dispersion de radionucléides
Exemples : césium 137, gallium 68...	

4. IDENTIFICATION DU RISQUE RAYONNEMENT IONISANT

Sources scellées	Sources non scellées
Exposition externe à distance ou au contact	Exposition externe à distance ou au contact
	Exposition interne (inhalation ou ingestion ou plaie cutanée).

Cf. tableau des principaux radionucléides en annexe

5. ÉVALUATION DU RISQUE ET DÉTERMINATION DES NIVEAUX D'EXPOSITION

Collaboration médecin du travail-personne compétente en radioprotection (PCR).

En raison du classement ICPE de l'unité de médecine nucléaire, la PCR doit faire partie des salariés de l'établissement (art. R. 231-106 du Code du travail).

1. Éléments d'évaluation du risque

L'étude dosimétrique des postes de travail liée au déroulement des procédures prend en compte notamment l'activité du fluor 18 manipulé.

Les niveaux d'exposition sont estimés par des :

- données individuelles :
 - historique des expositions externe et interne du personnel ;
 - résultats de la dosimétrie individuelle passive et opérationnelle ;
 - résultats des dosimètres des extrémités ;

NB: compte tenu de la période du ^{18}F , l'examen radiotoxicologique des urines et l'examen anthroporadiométrique sont inutiles (cf. § 5.4).

- données collectives :
 - résultats des contrôles d'ambiance (mesures du rayonnement photonique ambiant) ;
 - résultats des contrôles de non-contamination de locaux avec des radiamètres adaptés ;
 - résultats des contrôles de radioprotection de l'installation (à la mise en service puis périodiquement).

2. Délimitation des zones contrôlées et surveillées

Ces zones sont définies par le chef d'établissement après avis de la PCR selon les risques d'exposition des opérateurs mise en évidence notamment sur la base des études de poste.

Compte tenu des conditions habituelles de pratique :

- Les locaux dans lesquels des radionucléides sont susceptibles d'être manipulés régulièrement sont classés en zone contrôlée :
 - zone de réception des produits radioactifs ;
 - laboratoire chaud (radiopharmacie) ;
 - salles d'administration des radionucléides ;
 - zones de manipulation et de stockage des déchets solides et liquides.
- Les salles de caméra TEP sont par principe classées en zone contrôlée.
- Les autres locaux d'accès réglementé sont par principe classés en zone surveillée.

Toutefois, ce classement peut être requalifié en fonction de l'analyse des postes de travail ; ainsi, on s'assure que les valeurs mesurées respectent les prescriptions de l'arrêté relatif à la déli-

mitation des zones réglementées. De même, certaines parties de locaux peuvent nécessiter un classement spécifique (exemple boîte à gants).

3. Classement du personnel en catégories A et B

Le classement est défini par le chef d'établissement après avis du médecin du travail.

Il sera apprécié avec la PCR selon les études de poste propres à chaque service.

À titre indicatif :

Personnel concerné	Catégorie proposée
Médecin nucléaire Radiopharmacien	A ou B en fonction des pratiques et de l'évaluation des risques au poste de travail
Manipulateur, infirmier	A
Radiophysicien (personne spécialisée en radiophysique médicale – PSRPM)	B
Personnel d'entretien	B
Stagiaire	A ou B selon le postes d'affectation <i>Nota : pas de poste d'affectation impliquant un classement en cat. A pour un stagiaire < 18 ans</i>
Autres personnes susceptibles de pénétrer occasionnellement en zone surveillée ou contrôlée	Appréciation au cas par cas avec la PCR
Secrétaire, personnel d'accueil	Ne devant pas être affectés en zones réglementées, ne sont donc pas concernés par le classement

4. Choix de la surveillance dosimétrique

Dosimétrie externe passive	Dosimétrie opérationnelle	Dosimétrie interne
<p><u>CATÉGORIE A</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Dosimétrie poitrine mensuelle Dosimétrie des extrémités (bague fortement conseillée) 	Obligatoire en zone contrôlée	Vu la période très courte du fluor 18, les examens urinaires et anthroporadiométriques actuellement proposés ne sont pas adaptés
<p><u>CATÉGORIE B</u></p> <p>Dosimétrie poitrine mensuelle ou trimestrielle selon l'étude de poste</p>		
<p><u>NON CLASSÉ</u></p> <p>Appréciation au cas par cas</p>	Obligatoire pour pénétrer occasionnellement en zone contrôlée	sans objet

6. STRATÉGIE DE MAÎTRISE DE RISQUE

1. Réduction des risques

Mise en œuvre des sources et installation par des professionnels formés et qualifiés

- Prévention générale :
 - connaître et respecter les consignes de travail et de sécurité ;
 - utiliser des accessoires de protection (cf. § 6.3).
- Manipulation :
 - confiner les sources, utiliser les activités strictement nécessaires et ranger les sources après utilisation ;
 - limiter le temps de manipulation des sources ;
 - limiter le temps de présence auprès d'un patient injecté ;
 - travailler en évitant les contaminations de surface, contrôler régulièrement l'absence de contamination.
- Incidents, accidents :
 - prévoir les protocoles en cas de contamination des locaux et/ou des personnes ;
 - déclarer tout dysfonctionnement, incident et accident au responsable de l'unité de médecine nucléaire et à la PCR qui prennent toutes dispositions pour maîtriser cet incident, en connaître l'événement et en tirer les enseignements ;
 - l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire - 0800 804 135) est informée sans délai par le chef d'établissement ;
 - en cas de dépassement de dose, l'inspecteur du travail doit également être prévenu ainsi que le CHSCT (ou les délégués du personnel).

2. Mesures techniques concernant l'installation

En complément des règles d'installation des unités de médecine nucléaire (cf. fiche « Médecine nucléaire, diagnostic *in vivo* hors TEP ») :

Mesures générales

- Présence d'une zone conçue pour les injections et l'attente des patients injectés avant examen.
- Installation de la caméra TEP dans une pièce spécifique ; le poste de commande doit être à l'extérieur et équipé d'un système (généralement une vitre en verre au plomb) permettant de surveiller le patient en permanence.
- Dans les cas où la caméra TEP est couplée à un scanner, la salle devra répondre aux critères d'aménagement des scanographes (cf. fiche ED 4234 « Scanographie en milieu médical »).
- La nature et l'épaisseur des parois doivent être adaptées aux photons de 511 keV.

Mesures techniques concernant les locaux classés « zone contrôlée ou surveillée » :

- La salle d'injection doit :
 - se trouver à proximité de la pièce de la caméra TEP et du laboratoire chaud,

- être pourvue de boîtes individuelles dont les parois doivent être adaptées aux photons de 511 keV.

■ Le stockage, la préparation et les mesures d'activité des sources doivent avoir lieu dans le laboratoire chaud.

■ Le laboratoire chaud comporte :

- une enceinte blindée adaptée au fluor 18, munie de gants, ventilée, en dépression sous filtre (changé au moins tous les ans) et équipée d'un activimètre adapté ;

- cette enceinte dédiée au 18FDG peut être éventuellement utilisée pour l'iode 131 (obtenir dans tous les cas du fabricant les activités maximales pouvant être stockées et manipulées).

Mesures spécifiques concernant les déchets :

■ Effluents liquides radioactifs : sans objet.

■ Mesures concernant les déchets solides radioactifs :

- tri et conditionnement des déchets le plus en amont possible ;

- dépôt du matériel utilisé (flacons, seringues, aiguilles...) dans des réceptacles adaptés à l'énergie du fluor 18 (poubelles, boîtes à aiguilles plombées...);

- tenue d'un registre permettant d'assurer la traçabilité des déchets.

■ Intégration des modalités précisées ci-dessus dans le plan de gestion des déchets et effluents radioactifs de l'établissement.

Contrôles réguliers :

■ du matériel de détection ;

■ de l'activimètre ;

■ des sources scellées ;

■ des hottes et enceintes ;

■ des filtres ;

■ de la ventilation générale.

3. Mesures techniques individuelles

Étudier toutes possibilités de méthodes semi automatiques de préparation et d'administration (seringues d'injection automatique...).

■ Gants à usage unique :

- à porter lors de toute manipulation de sources radioactives, y compris lors du travail dans les enceintes ou les hottes ;

- à enlever selon la procédure adaptée ;

- à éliminer avec les déchets contaminés.

■ Lavage régulier des mains.

■ Contrôle systématique des mains et pieds après manipulation et avant la sortie de l'unité de médecine nucléaire.

■ Port de vêtements (tunique à manches longues) et chaussures réservés à l'unité de médecine nucléaire sans objet personnel ni bijou.

■ Utilisation de pinces longues pour la manipulation des flacons de radionucléides.

■ Écrans de protection dont la nature et l'épaisseur sont adaptées aux photons de 511 keV du fluor 18 :

- protège-seringues, protège-flacons, conteneur de transport...

- écrans de protection mobiles à intercaler impérativement entre le malade injecté et le personnel.

- Vu l'énergie du rayonnement émis par le fluor 18, le port du tablier de protection radiologique n'apporte aucune protection supplémentaire.

4. Formation et information

■ Remise par le chef d'établissement à chaque personne susceptible d'intervenir dans les zones réglementées d'une notice d'information spécifique à l'unité et d'une fiche d'information relative au suivi dosimétrique (SISER⁽²⁾).

■ Diffusion de consignes générales de sécurité applicables dans l'unité de médecine nucléaire (incluant notamment les consignes « incendie »).

■ Mise à disposition de la conduite à tenir en cas d'incident de contamination.

■ Affichage des consignes de travail adaptées à la nature des expositions et aux opérations réalisées et comportant les noms et les coordonnées de la PCR et du médecin du travail.

■ Information et formation des personnels :

- organisées avec la PCR et le médecin du travail,

- renouvellement de la formation au moins tous les 3 ans,

- sensibilisation des femmes sur la nécessaire déclaration précoce des grossesses et sur les éventuels aménagements du poste de travail applicables après avis du médecin du travail.

■ Information des services devant accueillir des patients ayant reçu une injection de radionucléides : tableau comparatif des activités résiduelles en fonction du temps écoulé, à utiliser afin de limiter l'exposition du personnel et de l'entourage et de gérer d'éventuels déchets contaminés (couches).

Débits maximum ($\mu\text{Sv/h}$) observés pour une injection de 500 MBq de fluor 18 :

Tps après injection	Activité résiduelle	Débit à 1 m
2 h	200 MBq	25 $\mu\text{Sv/h}$
6 h	50 MBq	6 $\mu\text{Sv/h}$
12 h	6 MBq	0,7 $\mu\text{Sv/h}$

5. Prévention et surveillance médicale

■ Surveillance médicale réglementaire :

● Visite médicale :

- avant affectation au poste puis visite au moins une fois par an ;

- individualisée en s'appuyant sur la fiche d'exposition du travailleur établie par le chef d'établissement ;

- information spécifique aux femmes en âge de procréer sur la compatibilité réglementaire et médicale du poste avec la grossesse et/ou l'allaitement ;

(2) SISER⁽²⁾ : système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants.

- recherche de lésions cutanéomuqueuses (y compris les tympans) pouvant favoriser la pénétration de radionucléides et gêner la décontamination ;
- évaluation au cas par cas des répercussions d'autres pathologies sur les conséquences radiobiologiques d'une contamination.
- Examens complémentaires :
 - le médecin du travail a toute latitude pour demander tout examen complémentaire et/ou spécialisé qu'il juge nécessaire ;
 - examens anthroporadiométriques et/ou radiotoxicologiques urinaires en cas d'utilisation d'autres radionucléides que le fluor 18 ;
 - NFS à l'embauche conseillée comme examen de référence puis adaptée à la surveillance individuelle...
 - Carte individuelle de suivi médical remise par le médecin du travail à tout travailleur relevant des catégories A ou B (contacter l'IRSN - www.siseri.com).
- Surveillance dosimétrique (voir § 5-4) :
 - Communication à l'intéressé et commentaire par le médecin du travail de ses résultats dosimétriques individuels.
 - Échange des informations concernant la dosimétrie du personnel entre la PCR et le médecin du travail à organiser selon l'arrêté du 30 déc. 2004 (relatif à la carte individuelle de suivi médical).
- Grossesse :
 - Il est indispensable d'inciter le personnel féminin à informer le plus tôt possible le médecin du travail de sa grossesse pour permettre la mise en place des mesures nécessaires : l'aménagement du poste de travail ou le changement d'affectation est laissé à l'entière appréciation du médecin du travail après concertation avec l'intéressée.
 - Aucune femme enceinte ne peut être affectée à un poste impliquant un classement en catégorie A et l'exposition de l'enfant à naître doit dans tous les cas rester inférieure à 1 mSv entre la déclaration de la grossesse et l'accouchement (limitation absolue).
 - Les tâches compatibles avec la poursuite de l'activité d'une femme enceinte sont définies par le médecin du travail en concertation avec la PCR en fonction des études de poste.
 - En cas du maintien dans l'unité, une dosimétrie opérationnelle permanente est fortement recommandée et une attention particulière doit être portée sur les risques de contamination.
- Allaitement :
 - Aucune femme allaitant ne peut être affectée à un poste impliquant un classement en catégorie A.
 - Les tâches compatibles avec la poursuite de l'activité d'une femme allaitant sont définies par le médecin du travail en concertation avec la PCR en fonction des études de poste et doivent **exclure tout risque d'exposition interne** (travaux au laboratoire chaud, injection en particulier).
- Dossier et suivi post professionnel :
 - Le dossier médical
 - Il comporte notamment :
 - le double de la fiche d'exposition établie par le chef

d'établissement avec l'aide du médecin du travail ;

- les dates et les résultats des examens anthroporadiométriques et radiotoxicologiques urinaires effectués en cas d'utilisation d'autres radionucléides que le fluor ;
- le relevé dosimétrique avec les doses efficaces et les doses équivalentes.
- Il est conservé pendant au moins 50 ans après la fin de la période d'exposition.
- Ce dossier est communiqué, sur sa demande, au médecin inspecteur régional du travail et de la main d'œuvre et peut être adressé, avec l'accord du travailleur, au médecin choisi par celui-ci.
- Si l'établissement vient à disparaître, ou si le travailleur change d'établissement, l'ensemble du dossier est transmis au médecin inspecteur régional du travail, à charge pour celui-ci de l'adresser, à la demande de l'intéressé, au médecin du travail désormais compétent.
- Suivi post professionnel :
 - Attestation d'exposition professionnelle aux radiations ionisantes à établir selon le modèle fixé par arrêté
- Prise en charge des anomalies et incidents :
 - Exposition externe :
 - Le dosimètre opérationnel est paramétré par la PCR qui définit les seuils d'alarme adaptés au poste de travail.
 - En l'absence de dosimétrie opérationnelle et en cas de suspicion d'incident, un traitement en urgence du dosimètre passif est effectué.
 - Si l'exposition est supérieure au niveau habituel pour le poste considéré, une enquête est dans tous les cas entreprise.
 - En cas de discordance entre les résultats de dosimétrie passive et opérationnelle, le médecin du travail détermine, après enquête, la dose reçue par le travailleur en ayant recours si nécessaire à l'IRSN. La dose finalement retenue est transmise à l'IRSN (SISERI).
 - Contamination – Principes généraux :
 - Évaluer rapidement l'importance de la contamination et mettre en œuvre le protocole de décontamination.
 - Dans tous les cas, la PCR, le chef de service et le médecin du travail doivent être prévenus sans délai.
 - Si nécessaire, contacter le dispositif d'alerte de l'IRSN :
06 07 31 56 63
 - Contamination d'une personne :
 - Avant d'entreprendre une action de décontamination, contrôler ou faire contrôler les mains, la blouse, les cheveux, les chaussures... (en cas de douche, lavage des mains préalable de façon à éviter toute contamination cutanée secondaire).
 - Procéder à la décontamination par lavage à l'eau savonneuse, sans frotter ou utiliser un détergent de décontamination (pH neutre) et contrôler l'efficacité de cette décontamination.
 - En cas de projection oculaire : laver sous l'eau à température ambiante.

- Le médecin du travail prévoit :

- un nouvel essai en cas d'échec de décontamination. En cas d'échec après 2 ou 3 essais, mettre un pansement étanche sur la zone contaminée et contacter le dispositif d'alerte de l'IRSN (le pansement a pour rôle de faire transpirer la peau en cas de contamination cutanée profonde qui résiste au lavage et faciliter ainsi son élimination) ;
- un prélèvement nasal par mouchage dans un mouchoir jetable et un contrôle de l'activité de ce papier ;
- un renouvellement de l'examen anthroporadiométrique et/ou de l'examen radiotoxicologique urinaire ;
- une mesure de l'activité surfacique cutanée (appui possible de l'IRSN).

- S'il le souhaite, le médecin du travail peut contacter le dispositif d'alerte de l'IRSN qui l'aidera dans la prise en charge.

Tout incident ou accident de contamination d'un salarié doit être déclaré ou inscrit sur le registre de déclaration des accidents bénins.

• Contamination des locaux et/ou du matériel :

- Déterminer l'étendue de la zone contaminée et, si nécessaire, délimiter et baliser un périmètre de sécurité.

- Confiner le déversement ou la fuite avec un matériau absorbant.

- Toute contamination de locaux, de surface de travail ou de vêtement doit être éliminée dès sa détection puis son origine recherchée. Elle doit faire suspecter une contamination éventuelle de personne.

- La PCR évalue l'importance de la contamination et effectue la décontamination (port de gants, surblouse et surchaussures obligatoires) avec du matériel jetable selon les consignes affichées dans le local.

6. Évaluation de la maîtrise des risques

■ Afin d'optimiser la radioprotection des travailleurs et de l'installation, le chef d'établissement établit l'ensemble des bilans nécessaires à l'évaluation de la maîtrise des risques. Les bilans font notamment état des dépassements des valeurs limites et des moyens mis en œuvre pour y remédier.

■ Le CHSCT (ou à défaut les délégués du personnel) a accès à ces différents résultats :

- bilan statistique des expositions de l'unité de médecine nucléaire ;

- bilan des dysfonctionnements relevés : matériovigilance et compte rendu des interventions techniques... ;

- bilan des contrôles effectués.

■ La consultation régulière de SISERI à des fins d'optimisation et d'information du médecin du travail ainsi que la consultation des relevés annuels des doses individuelles permettent d'apprécier l'évolution des expositions externes et internes des travailleurs.

■ Les résultats des différents contrôles techniques et d'ambiance (ainsi que l'analyse préalable du niveau d'exposition) sont intégrés au document unique concernant l'évaluation des risques.

7- Autres risques

■ Risques biologiques : accident d'exposition au sang (AES), tuberculose...

■ Port de charges lourdes : transfert de malades alités, matériels et containers plombés avec risque de troubles musculosquelettiques (TMS).

■ Risques physiques : électriques, UV...

Caractéristiques des principaux radionucléides utilisés en médecine nucléaire en diagnostic in vivo.

Radionucléides utilisés en sources non scellées pour le diagnostic <i>in vivo</i>		Période	Nature des principales émissions
Azote 13	¹³ N	10 minutes	Bêta et photons d'annihilation
Carbone 11	¹¹ C	20 minutes	Bêta et photons d'annihilation
Cobalt 57	⁵⁷ Co	272 jours	Gamma
Cobalt 58	⁵⁸ Co	70,8 jours	Gamma
Chrome 51	⁵¹ Cr	27,7 jours	Gamma
Fer 59	⁵⁹ Fe	44,5 jours	Bêta et Gamma
Fluor 18	¹⁸F	1,83 heures	Bêta et photons d'annihilation
Gallium 67	⁶⁷ Ga	3,26 jours	Gamma
Iode 123	¹²³ I	13,2 heures	Gamma
Iode 125	¹²⁵ I	60 jours	X
Iode 131	¹³¹ I	8 jours	Bêta et Gamma
Indium 111	¹¹¹ In	2,8 jours	Gamma
Krypton 85m	^{85m} Kr	4,47 heures	Gamma
Oxygène 15	¹⁵ O	2 minutes	Bêta et photons d'annihilation
Potassium 42	⁴² K	12,4 heures	Bêta et Gamma
Sodium 24	²⁴ Na	15 heures	Gamma
Technétium 99m	^{99m} Tc	6 heures	Gamma
Thallium 201	²⁰¹ Tl	3,04 jours	X, Gamma
Xénon 133	¹³³ Xe	5,2 jours	Bêta et Gamma

Caractéristiques des principaux radionucléides utilisés en médecine nucléaire pour l'étalonnage et le contrôle.

Radionucléides utilisés en sources scellées		Utilisation	Période	Nature des principales émissions
Baryum 133	¹³³ Ba	Étalonnage	10,5 ans	Gamma
Cobalt 57	⁵⁷ Co	Étalonnage et repérage anatomique	272 jours	Gamma
Césium 137	¹³⁷ Cs	Étalonnage	30 ans	Bêta et Gamma
Europium 152	¹⁵² Eu	Étalonnage	13,6 ans	Bêta et Gamma
Nickel 63	⁶³ Ni	Chromatographie	100 ans	Bêta
Sodium 22	²² Na	Étalonnage de caméra TEP	2,6 ans	Bêta et Gamma
Germanium 68	⁶⁸ Ge	Étalonnage et correction d'atténuation TEP	288 jours	Bêta et Gamma
Strontium 90	⁹⁰ Sr	Étalonnage d'appareils de mesure	28 ans	Bêta



FICHE RADIOPROTECTION

Médecine nucléaire

Thérapeutique sans hospitalisation

(exemple : activité d'iode ^{131}I < 740 MBq)

Définition : acte à visée thérapeutique réalisé par une unité de médecine nucléaire, utilisant des radionucléides administrés en sources non scellées à un patient, et ne nécessitant pas son hospitalisation systématique.

L'hospitalisation n'est pas obligatoire pour les administrations d'iode ^{131}I d'activité inférieure à 740 MBq (20 mCi).

La détention et l'utilisation de radionucléides à des fins de médecine nucléaire (diagnostic et thérapie) sont subordonnées à une autorisation préalable du ministre chargé de la Santé en application du Code de la Santé publique (art. R. 1333-24). L'autorisation de réaliser des actes thérapeutiques n'est délivrée qu'à un service déjà autorisé à pratiquer une activité de diagnostic *in vivo*.

L'autorisation est personnelle, non transférable et délivrée pour une période de 5 ans, renouvelable à la demande de l'intéressé, à un médecin possédant les titres requis ; elle implique le respect des dispositions en matière de radioprotection prévues au titre du Code du travail et du Code de la Santé publique.

L'établissement abritant l'unité de médecine nucléaire est soumis aux dispositions du Code de l'environnement en matière d'installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE).

1. PERSONNEL CONCERNÉ

L'ensemble des dispositions ci-après s'applique aux salariés de l'établissement, aux travailleurs indépendants, aux intérimaires et aux salariés des entreprises intervenantes. Ces dispositions imposent une coordination des mesures de radioprotection entre les différents intervenants, assurée par le chef de l'établissement où sont mises en œuvre les sources.

Ces dispositions doivent être incluses dans le plan de prévention pour les entreprises intervenantes.

Une information ciblée et, le cas échéant, une formation doit être délivrée aux membres de l'unité de médecine nucléaire, au personnel des services de soin, des services techniques et d'entretien concernés.

Une information adaptée doit être également délivrée au patient ou à son entourage et, si nécessaire, au personnel du service hospitalier accompagnant ou accueillant le patient (arrêté du 21 janvier 2004⁽¹⁾).

Principaux personnels concernés :

- médecin ;
- personnel paramédical ;
- radiophysicien (personne spécialisée en radiophysique médicale - PSRPM) ;

(1) Arrêté du 21 janvier 2004 relatif à l'information des personnes exposées aux rayonnements ionisants lors d'un examen de médecine nucléaire.

Cette fiche fait partie d'une série fournissant une synthèse des connaissances utiles en radioprotection, réalisée par type d'activités.

Chaque fiche présente les différentes procédures, les types de dangers spécifiques, l'analyse des risques et leur évaluation ainsi que les méthodes de prévention.

Une fiche rappelle les textes de loi et la réglementation concernant la radioprotection dans le domaine médical (cf. pp. 9 à 12).

Ce document a été réalisé par un groupe de travail auquel ont participé l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire), la DRT (Direction des relations du travail), l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) et l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité). Voir la composition du comité scientifique p. 7.

- radiopharmacien ;
- stagiaire ;
- personnel d'entretien ;
- personnel du service technique.

2. DÉROULEMENT DES PROCÉDURES

- La mise en œuvre des radionucléides se déroule selon différentes séquences :
 - réception, entreposage ;
 - préparation, contrôle de qualité et dispensation des radiopharmaceutiques dans les locaux prévus à cet effet ;
 - administration dans le service de médecine nucléaire ;
 - entretien médical et consignes de sortie de l'unité de médecine nucléaire ;
 - collecte, gestion et élimination des déchets et effluents ;
 - contrôle de qualité et étalonnage des appareils avec utilisation de sources scellées ou non scellées.

3. DANGERS

Sources scellées	Sources non scellées
Émission de rayonnements γ provenant des sources d'étalonnage	Émission de rayonnements α , γ , β et dispersion de radionucléides
Exemples : cobalt 57, baryum 133, césium 137 pour les activimètres...	Exemples : iode 131, yttrium 90, strontium 89...

4. IDENTIFICATION DU RISQUE RAYONNEMENT IONISANT

Sources scellées	Sources non scellées
Exposition externe à distance ou au contact	Exposition externe à distance
	Exposition au contact particulièrement en raison de la présence d'émetteur β
	Exposition interne (inhalation ou ingestion, ou plaie cutanée)

Cf. tableau des principaux radionucléides utilisés en thérapie en annexe

5. ÉVALUATION DU RISQUE ET DÉTERMINATION DES NIVEAUX D'EXPOSITION

Collaboration médecin du travail-personne compétente en radioprotection (PCR).

En raison du classement ICPE dans l'unité de médecine nucléaire, la PCR doit faire partie des salariés de l'établissement (art. R. 231-106 du Code du travail).

1. Éléments d'évaluation du risque

L'étude dosimétrique des postes de travail prend en compte notamment l'activité et la nature des radionucléides manipulés avec une attention particulière pour la volatilité de l'iode 131.

Il est recommandé dans la mesure du possible d'avoir recours à de l'iode 131 sous forme de gélules (plutôt que liquide) pour les pathologies thyroïdiennes.

Les niveaux d'exposition sont estimés par des :

- données individuelles :
 - historique des expositions externe et interne du personnel ;
 - résultats de la dosimétrie individuelle passive et opérationnelle ;
 - résultats de la dosimétrie des extrémités ;
 - résultats de la surveillance systématique par l'examen radio-toxicologique des urines ;
 - résultats si nécessaire de l'examen anthroporadiométrique (utile dans le cas de manipulation d'iode 131 mais inadapté dans les cas des émetteurs bêta purs).
- données collectives :
 - résultats des contrôles d'ambiance (mesures du rayonnement photonique ambiant) ;
 - résultats des contrôles de la radioactivité de l'air ;
 - résultats des contrôles de non-contamination de locaux avec des radimètres adaptés ;
 - résultats des contrôles de radioprotection de l'installation (à la mise en service puis périodiquement).

2. Délimitation des zones contrôlées et surveillées

Ces zones sont définies par le chef d'établissement après avis de la PCR selon les risques d'exposition des opérateurs mise en évidence sur la base des études de poste.

- sont classés en zone contrôlée :
 - les locaux, nécessairement situés au sein du service de médecine nucléaire, dans lesquels des radionucléides sont préparés et administrés ;
 - les zones de réception des produits radioactifs ;
 - les zones de manipulation et de stockage des déchets solides et liquides.
- les autres locaux d'accès réglementé sont par principe classés en zone surveillée.

Toutefois, ce classement peut être requalifié en fonction de l'analyse des postes de travail ; ainsi, on s'assure que les valeurs mesurées

respectent les prescriptions de l'arrêté relatif à la délimitation des zones réglementées. De même, certaines parties de locaux peuvent nécessiter un classement spécifique (exemple boîte à gants).

3. Classement du personnel en catégories A et B

Le classement est défini par le chef d'établissement après avis du médecin du travail.

Il sera apprécié avec la PCR selon les études de poste propres à chaque service.

À titre indicatif :

Personnel concerné	Catégorie proposée
Médecin nucléaire Radiopharmacien	A ou B en fonction des pratiques et de l'évaluation des risques au poste de travail
Manipulateur, infirmier	A
Radiophysicien (personne spécialisée en radiophysique médicale ou PSRPM)	B
Personnel d'entretien Stagiaire	B A ou B selon les postes d'affectation <i>Nota : pas de poste d'affectation impliquant un classement en cat. A pour un stagiaire < 18 ans</i>
Autres personnes susceptibles de pénétrer occasionnellement en zone surveillée ou contrôlée	Appréciation au cas par cas avec la PCR
Secrétaire, personnel d'accueil	Ne devant pas être affectés en zones réglementées, ne sont donc pas concernés par le classement

4. Choix de la surveillance dosimétrique

Dosimétrie externe passive	Dosimétrie opérationnelle	Dosimétrie interne
CATÉGORIE A • Dosimétrie poitrine mensuelle • Dosimétrie des extrémités (bague de préférence)	Obligatoire en zone contrôlée	Examen radiotoxicologique des urines si possible examen anthroporadiométrique (utile dans la recherche de l'iode 131 mais inadapté dans le cas des émetteurs bêta purs)
CATÉGORIE B Dosimétrie poitrine mensuelle ou trimestrielle selon l'étude de poste		
NON CLASSÉ Appréciation au cas par cas	Obligatoire pour pénétrer occasionnellement en zone contrôlée	Sans objet

6. STRATÉGIE DE MAÎTRISE DE RISQUE

1. Réduction des risques

Formation et qualification des professionnels chargés des traitements et de la surveillance des patients

- Prévention générale :
 - connaître et respecter les consignes de travail et de sécurité.
 - utiliser des accessoires de protection (cf. § 6-3).
- Manipulation :
 - confiner les sources, utiliser les activités strictement nécessaires et ranger les sources après utilisation ;
 - limiter le temps de manipulation des sources ;
 - limiter le temps de présence auprès d'un patient traité ;
 - travailler en évitant les contaminations de surface, contrôler régulièrement l'absence de contamination ;
 - prendre en compte les contaminations provenant du patient (urine, transpiration, salive, sang...).
- Incidents, accidents :
 - prévoir les protocoles en cas de contamination des locaux et/ou des personnes (suite par exemple à des vomissements ou des pertes d'urines de patients...) ;
 - déclarer tout dysfonctionnement, incident et accident au chef de service et à la PCR qui prendront toutes dispositions pour maîtriser l'événement, en connaître les causes et en tirer les enseignements ;
 - le préfet et l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire - 0800 804 135) sont informés sans délai par le chef d'établissement ;
 - en cas de dépassement de dose, l'inspecteur du travail doit également être prévenu ainsi que le CHSCT (ou les délégués du personnel).

2. Mesures techniques concernant l'installation

Mesures générales

- Outre les aménagements et équipements précisés dans la fiche « Médecine nucléaire diagnostic hors TEP », il y a lieu de veiller à s'assurer que le laboratoire chaud dispose d'une enceinte blindée adaptée au stockage et à la manipulation de sources radioactives destinées à la thérapie.
- Il convient d'obtenir des fabricants de ce type de matériel les garanties qui s'imposent (nature des radionucléides et activités stockables et manipulables maximales).
- Dans le cas où le service serait amené à administrer des activités d'iode 131 supérieures à 740 MBq ou du fluor 18 (cf. fiches spécifiques), il est nécessaire de disposer d'une enceinte blindée dédiée, équipée d'un activimètre intégré.

Mesures spécifiques concernant les déchets :

- Mesures concernant les déchets solides radioactifs :
 - tri et conditionnement des déchets le plus en amont possible ;
 - dépôt des déchets dans des réceptacles adaptés aux radionucléides (poubelles, boîtes à aiguilles plombées ...) ;
 - entreposage des déchets dans le local du service conçu à cet effet, selon la nature et la période des radionucléides (moins de 24 h, moins de 8 jours, plus de 8 jours) ;
 - tenue d'un registre permettant d'assurer la traçabilité des déchets ;
 - contrôle par détecteur dont le seuil est réglé de 1,5 à 2 fois le bruit de fond ;
 - Intégration des modalités précisées ci-dessus dans le plan de gestion des déchets et effluents radioactifs de l'établissement.
- Effluents liquides radioactifs :

Les équipements et les procédures mis en place pour la collecte et l'élimination des effluents liquides radioactifs produits par le service de médecine nucléaire et décrits dans la fiche « Médecine nucléaire diagnostic *in vivo* » sont suffisants.

Contrôles réguliers :

- du matériel de détection,
- de l'activimètre,
- des hottes et enceintes,
- des sources scellées
- des filtres,
- de la ventilation générale.

3. Mesures techniques individuelles

- Gants à usage unique :
 - à porter lors de toute manipulation de sources radioactives, y compris lors du travail dans les enceintes ou les hottes ;
 - à enlever selon la procédure adaptée ;
 - à éliminer avec les déchets contaminés.
- Lavage régulier des mains.
- Contrôle systématique des mains et pieds après manipulation et avant la sortie de l'unité de médecine nucléaire.
- Port de vêtements (tunique à manches longues) et chaussures réservés à l'unité de médecine nucléaire sans objet personnel ni bijou.
- Utilisation de pinces longues pour la manipulation des flacons de radionucléides.

Le PMMA (Polyméthylméthacrylate), plus connu sous le nom de plexiglas™, n'est pas systématiquement adapté à l'énergie des émetteurs bêta. Pour les émetteurs bêta fortement énergétiques (de l'ordre de 2 MeV et plus), les protège-seringues en PMMA ne sont pas suffisants et les protège-seringues en tungstène peuvent alors s'avérer plus efficaces.

Concernant le port du tablier de protection radiologique, alors qu'il est efficace en radiologie classique (atténuation > 98 % soit un facteur 50), il ne présente pas d'intérêt pour la protection vis-à-vis de l'isotope ¹³¹I (atténuation quasi nulle < 10 %). En revanche, pour les patients bénéficiant d'un traitement par émetteur bêta pur (yttrium 90) le tablier de protection est efficace vis-à-vis du rayonnement de freinage (atténuation > 98,7 % soit un facteur > 60) et est donc à recommander.

- Écrans de protection adaptés :
 - protège-seringues, protège-flacons,
 - écrans de protection mobiles.

4. Formation et information

- Remise par le chef d'établissement à chaque personne susceptible d'intervenir dans les zones réglementées d'une notice d'information spécifique à l'unité et d'une fiche d'information relative au suivi dosimétrique (SISERI²).
- Diffusion de consignes générales de sécurité applicables dans l'unité de médecine nucléaire (incluant notamment les consignes « incendie »).
- Mise à disposition de la conduite à tenir en cas d'incident de contamination dans le service.
- Affichage des consignes de travail adaptées à la nature des expositions et aux opérations réalisées et comportant les noms et les coordonnées de la PCR et du médecin du travail.
- Information et formation des personnels :
 - organisées avec la PCR et le médecin du travail,
 - renouvellement de la formation au moins tous les 3 ans,
 - sensibilisation des femmes sur la nécessaire déclaration précoce des grossesses et sur les éventuels aménagements du poste de travail applicables après avis du médecin du travail.
- Information des personnes accompagnant et des services devant accueillir des patients visant à limiter l'exposition des personnes qui seront en contact avec eux et à gérer les déchets éventuels (couches des patients incontinents, pansements...).

5. Prévention et surveillance médicale

- Surveillance médicale réglementaire
 - Visite médicale :
 - avant affectation au poste puis visite au moins une fois par an ;
 - individualisée en s'appuyant sur la fiche d'exposition du travailleur établie par le chef d'établissement ;
 - information spécifique aux femmes en âge de procréer sur la compatibilité réglementaire et médicale du poste avec la grossesse et/ou l'allaitement ;
 - recherche de lésions cutanéomuqueuses (y compris les tympans) pouvant favoriser la pénétration de radionucléides et gêner la décontamination ;
 - évaluation au cas par cas des répercussions d'autres pathologies sur les conséquences radiobiologiques d'une contamination.

(2) SISERI : système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants.

- Examens complémentaires :
 - le médecin du travail a toute latitude pour demander tout examen complémentaire et/ou spécialisé qu'il juge nécessaire ;
 - examens anthroporadiométriques et/ou radiotoxicologiques urinaires en cas de risque de contamination interne ; la fréquence est adaptée à la période effective et à l'évaluation du risque de contamination ;
 - NFS à l'embauche conseillée comme examen de référence puis adaptée à la surveillance individuelle...
 - Carte individuelle de suivi médical remise par le médecin du travail à tout travailleur relevant des catégories A ou B (contacter l'IRSN - www.siseri.com).
- Surveillance dosimétrique : voir § 5-4
 - Communication à l'intéressé et commentaires par le médecin du travail de ses résultats dosimétriques individuels.
 - Échange des informations concernant la dosimétrie du personnel entre la PCR et le médecin du travail à organiser selon l'arrêté du 30 décembre 2004 (relatif à la carte individuelle de suivi médical).
- Grossesse :
 - Il est indispensable d'inciter le personnel féminin à informer le plus tôt possible le médecin du travail de sa grossesse pour permettre la mise en place des mesures nécessaires : l'aménagement du poste de travail ou le changement d'affectation est laissé à l'entière appréciation du médecin du travail après concertation avec l'intéressée.
 - Aucune femme enceinte ne peut être affectée à un poste impliquant un classement en catégorie A et l'exposition de l'enfant à naître doit dans tous les cas rester inférieure à 1 mSv entre la déclaration de la grossesse et l'accouchement (limitation absolue).
 - Les tâches compatibles avec la poursuite de l'activité d'une femme enceinte sont définies par le médecin du travail en concertation avec la PCR en fonction des études de poste ; mais, en pratique, son maintien n'est pas à recommander dans ces services.
- Allaitement :
 - **Tout risque d'exposition interne doit être exclu**, ce qui ne permet pas le maintien d'une femme allaitant dans ces zones réglementées.
- Dossier et suivi post professionnel
 - Le dossier médical
 - Il comporte notamment :
 - le double de la fiche d'exposition établie par le chef d'établissement avec l'aide du médecin du travail ;
 - les dates et les résultats des examens anthroporadiométriques et radiotoxicologiques urinaires ;
 - le relevé dosimétrique des doses efficaces et les doses équivalentes pour les extrémités.
 - Il est conservé pendant au moins 50 ans après la fin de la période d'exposition.
 - Ce dossier est communiqué, sur sa demande, au médecin inspecteur régional du travail et de la main d'œuvre et peut être adressé, avec l'accord du travailleur, au médecin choisi par celui-ci.
 - Si l'établissement vient à disparaître, ou si le travailleur change d'établissement, l'ensemble du dossier est transmis au médecin inspecteur régional du travail, à charge pour celui-ci de l'adresser, à la demande de l'intéressé, au médecin du travail désormais compétent.
 - Suivi post professionnel
 - Attestation d'exposition professionnelle aux radiations ionisantes à établir selon le modèle fixé par arrêté.
- Prise en charge des anomalies et incidents :
 - Exposition externe :
 - Le dosimètre opérationnel est paramétré par la PCR qui définit les seuils d'alarme adaptés au poste de travail.
 - En l'absence de dosimétrie opérationnelle et en cas de suspicion d'incident, un traitement en urgence du dosimètre passif est effectué.
 - Si l'exposition est supérieure au niveau habituel pour le poste considéré, une enquête est dans tous les cas entreprise.
 - En cas de discordance entre les résultats de dosimétrie passive et opérationnelle, le médecin du travail détermine, après enquête, la dose reçue par le travailleur en ayant recours si nécessaire à l'IRSN. La dose finalement retenue est transmise à l'IRSN (SISERI).
 - Contamination – Principes généraux :
 - Évaluer rapidement l'importance de la contamination et mettre en œuvre le protocole de décontamination.
 - Dans tous les cas, la PCR, le chef de service et le médecin du travail doivent être prévenus sans délai.
 - Si nécessaire, contacter le dispositif d'alerte de l'IRSN : **06 07 31 56 63**
 - Dans tous les cas, prévoir dès le premier jour un prélèvement urinaire sur 24 h en vue d'une analyse radiotoxicologique en urgence ; celle-ci sera associée si possible à un examen anthroporadiométrique lorsque le radionucléide manipulé est un émetteur gamma.
 - Contamination d'une personne :
 - Avant d'entreprendre une action de décontamination, contrôler ou faire contrôler les mains, la blouse, les cheveux, les chaussures... (en cas de douche, lavage des mains préalable de façon à éviter toute contamination cutanée secondaire).
 - Procéder à la décontamination par lavage à l'eau savonneuse, sans frotter ou utiliser un détergent de décontamination pH neutre) et contrôler l'efficacité de cette décontamination.
 - En cas de projection oculaire : laver abondamment sous l'eau à température ambiante.
- Le médecin du travail prévoit :
 - un nouvel essai en cas d'échec de décontamination. En cas d'échec après 2 ou 3 essais, mettre un pansement

étanche sur la zone contaminée et contacter le dispositif d'alerte de l'IRSN (le pansement a pour rôle de faire transpirer la peau en cas de contamination cutanée profonde qui résiste au lavage et faciliter ainsi son élimination) ;

- un prélèvement nasal par mouchage dans un mouchoir jetable et un contrôle de l'activité de ce papier ;
- un renouvellement de l'examen anthroporadiométrique et/ou de l'examen radiotoxicologique urinaire ;
- une mesure de l'activité surfacique cutanée (appui possible de l'IRSN).

- S'il le souhaite, le médecin du travail peut contacter le dispositif d'alerte de l'IRSN qui l'aidera dans la prise en charge.

Tout incident ou accident de contamination d'un salarié doit être déclaré ou inscrit sur le registre de déclaration des accidents bénins.

■ Contamination des locaux et/ou du matériel

- Déterminer l'étendue de la zone contaminée et, si nécessaire, délimiter et baliser un périmètre de sécurité.

- Confiner le déversement ou la fuite avec un matériau absorbant.

- Toute contamination de locaux, de surface de travail ou de vêtement, doit être éliminée dès sa détection puis son origine recherchée. Elle doit faire suspecter une contamination éventuelle de personne.

- La PCR évalue l'importance de la contamination et effectuer la décontamination (port de gants, surblouse et surchaussures obligatoires) avec du matériel jetable selon les consignes affichées dans le local.

6. Évaluation de la maîtrise des risques

■ Afin d'optimiser la radioprotection des travailleurs et de l'installation, le chef d'établissement établit l'ensemble des bilans nécessaires à l'évaluation de la maîtrise des risques. Les bilans font notamment état des dépassements des valeurs limites et des moyens mis en œuvre pour y remédier.

■ Le CHSCT (ou à défaut les délégués du personnel) a accès à ces différents résultats :

- bilan statistique des expositions de l'unité de médecine nucléaire ;

- bilan des dysfonctionnements relevés :

- matériovigilance et compte rendu des interventions techniques... ;

- perte d'urine, gélule recrachée, vomissement...

- bilan des contrôles effectués.

■ La consultation régulière de SISERI à des fins d'optimisation et d'information du médecin du travail ainsi que la consultation des relevés annuels des doses individuelles permettent d'apprécier l'évolution des expositions externes et internes des travailleurs.

■ Les résultats des différents contrôles techniques et d'ambiance (ainsi que l'analyse préalable du niveau d'exposition) sont intégrés au document unique concernant l'évaluation des risques.

7- Autres risques

■ Risques biologiques : accident d'exposition au sang (AES), tuberculose...

■ Manutention de patient et de matériel

■ Risques physiques : électriques, UV...

Caractéristiques des principaux radionucléides utilisés en médecine nucléaire in vivo (thérapie).

Radionucléides utilisés en sources non scellées pour la thérapie		Période	Nature des principales émissions	Principales applications	Activités utilisées (valeurs moyennes) en MBq
Erbium 169	¹⁶⁹ Er	9,4 jours	Bêta	Synoviorthèses : traitement des arthrites inflammatoires (interphalangiennes)	20
Iode 131	¹³¹ I	8 jours	Bêta et Gamma	Traitement des : • hyperthyroïdies • cancers thyroïdiens • neuroblastomes, phéochromocytomes malins (mIBG *)	370 à 6 000
Phosphore 32	³² P	14,3 jours	Bêta	Traitement des polyglobulies (maladie de Vaquez)	100 à 200
Rhénium 186	¹⁸⁶ Re	3,78 jours	Bêta et X	Synoviorthèses : traitement des arthrites inflammatoires (chevilles, poignets, coudes)	40
Samarium 153	¹⁵³ Sm	1,95 jours	Bêta et X	Antalgique des métastases osseuses	2 400
Strontium 89	⁸⁹ Sr	50,7 jours	Bêta	Antalgique des métastases osseuses	150
Yttrium 90	⁹⁰ Y	2,7 jours	Bêta	• Synoviorthèses : traitement des arthrites inflammatoires (genoux, hanches) • Traitement de certains lymphomes (Zévalin™)	80 1 200

* mIBG : métaiodobenzoguanidine.



FICHE RADIOPROTECTION

Médecine nucléaire

Thérapeutique avec hospitalisation

(exemple : activité d'iode 131 > 740 MBq)

Définition : acte à visée thérapeutique anticancéreuse réalisé par une unité de médecine nucléaire utilisant de l'iode 131. D'autres radionucléides artificiels administrés en sources non scellées à un patient peuvent éventuellement nécessiter son hospitalisation en chambre spécialement aménagée à des fins de radioprotection.

L'hospitalisation, pour des raisons de radioprotection, est obligatoire pour les administrations d'iode 131 d'activité supérieure à 740 MBq

La détention et l'utilisation de radionucléides à des fins de médecine nucléaire (diagnostic ou thérapie) sont subordonnées à une autorisation préalable du ministre chargé de la Santé en application du Code de la Santé publique (art. R. 1333-24). L'autorisation de réaliser des actes thérapeutiques n'est délivrée qu'à une unité déjà autorisée à pratiquer une activité de diagnostic *in vivo*.

L'autorisation est personnelle, non transférable et délivrée pour une période de 5 ans, renouvelable à la demande de l'intéressé, à un médecin possédant les titres requis ; elle implique le respect des dispositions en matière de radioprotection prévues au titre du Code du travail et du Code de la Santé publique.

L'établissement abritant l'unité de médecine nucléaire est soumis aux dispositions du Code de l'environnement en matière d'installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE).

1. PERSONNEL CONCERNÉ

L'ensemble des dispositions ci-après s'applique aux salariés de l'établissement, aux travailleurs indépendants, aux intérimaires et aux salariés des entreprises intervenantes. Ces dispositions imposent une coordination des mesures de radioprotection entre les différents intervenants, assurée par le chef de l'établissement où sont mises en œuvre les sources.

Ces dispositions doivent être incluses dans le plan de prévention pour les entreprises intervenantes.

Une information ciblée, le cas échéant, une formation doit être délivrée aux membres de l'unité de médecine nucléaire, au personnel des services de soins, des services techniques et d'entretien concernés.

Une information adaptée doit être également délivrée au patient ou à son entourage et, si nécessaire, au personnel du service hospitalier accompagnant ou accueillant le patient (arrêté du 21 janvier 2004⁽¹⁾).

Principaux personnels concernés :

- médecin ;
- personnel paramédical du service de médecine nucléaire et de l'unité d'hospitalisation ;
- radiophysicien (personne spécialisée en radiophysique médicale - PSRPM) ;
- radiopharmacien ;
- stagiaire ;

(1) Arrêté du 21 janvier 2004 relatif à l'information des personnes exposées aux rayonnements ionisants lors d'un examen de médecine nucléaire.

Cette fiche fait partie d'une série fournissant une synthèse des connaissances utiles en radioprotection, réalisée par type d'activités.

Chaque fiche présente les différentes procédures, les types de dangers spécifiques, l'analyse des risques et leur évaluation ainsi que les méthodes de prévention.

Une fiche rappelle les textes de loi et la réglementation concernant la radioprotection dans le domaine médical (cf. pp. 9 à 12).

Ce document a été réalisé par un groupe de travail auquel ont participé l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire), la DRT (Direction des relations du travail), l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) et l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité). Voir la composition du comité scientifique p. 7.

- personnel d'entretien des locaux;
- personnel du service technique.

2. DÉROULEMENT DES PROCÉDURES

- La mise en œuvre des radionucléides se déroule selon différentes séquences :
 - réception, entreposage ;
 - préparation, contrôle de qualité et dispensation des radiopharmaceutiques ;
 - administration et hospitalisation en chambre aménagée ;
 - soins pendant l'hospitalisation ;
 - collecte, gestion et élimination des déchets et effluents ;
 - entretien médical et consignes de sortie ;
 - contrôle de radioprotection de la chambre à la sortie du patient ;
 - contrôle de qualité et étalonnage des appareils avec utilisation de sources scellées ou non scellées.

3. DANGERS

Sources scellées	Sources non scellées
Émission de rayonnements γ provenant des sources d'étalonnage et de repérage Exemples : cobalt 57, baryum 133, césium 137 pour les activimètres...	Émission de rayonnements α , γ , β et dispersion de radionucléides Exemples : iode 131, yttrium 90...

4. IDENTIFICATION DU RISQUE RAYONNEMENT IONISANT

Sources scellées	Sources non scellées
Exposition externe à distance ou au contact	Exposition externe à distance Exposition au contact particulièrement en raison de la présence d'émetteur β Exposition interne (inhalation ou ingestion, ou plaie cutanée)

Cf. tableau des principaux radionucléides utilisés en thérapie en annexe

5. ÉVALUATION DU RISQUE ET DÉTERMINATION DES NIVEAUX D'EXPOSITION

Collaboration médecin du travail-personne compétente en radioprotection (PCR).

En raison du classement ICPE de l'unité de médecine nucléaire,

la PCR doit faire partie des salariés de l'établissement (art. R. 231-106 du Code du travail).

1. Éléments d'évaluation du risque

L'étude dosimétrique des postes de travail prend en compte en particulier l'activité et la nature des radionucléides manipulés. Il convient d'apporter une attention particulière à la volatilité de l'iode 131 et à l'exposition des mains des personnes chargées des manipulations radioactives, notamment lors de l'utilisation de radioéléments émetteurs bêta.

Il est vivement recommandé d'avoir recours à de l'iode 131 sous forme de gélules (plutôt que liquide) pour les pathologies thyroïdiennes.

Les niveaux d'exposition sont estimés par des :

- données individuelles :
 - historique des expositions externe et interne du personnel ;
 - résultats des dosimètres individuels opérationnels et passifs ;
 - résultats des dosimètres des extrémités ;
 - résultats de la surveillance systématique par l'examen radiotoxicologique des urines ;
 - résultats si nécessaire de l'examen anthroporadiométrique (utile dans le cas de manipulation d'iode 131 mais inadapté dans les cas des émetteurs bêta purs).
- données collectives :
 - résultats des contrôles d'ambiance (mesures du rayonnement photonique ambiant) ;
 - résultats des contrôles de la radioactivité de l'air ;
 - résultats des contrôles de non contamination de locaux avec des radiamètres adaptés ;
 - résultats des contrôles de radioprotection de l'installation (à la mise en service puis périodiquement).

2. Délimitation des zones contrôlées et surveillées

Ces zones sont définies par le chef d'établissement après avis de la PCR selon les risques d'exposition des opérateurs mise en évidence notamment sur la base des études de poste.

Compte tenu des conditions habituelles de pratique,

- sont classés en zone contrôlée :
 - les locaux dans lesquels des radionucléides sont préparés et administrés ;
 - les zones de réception des produits radioactifs ;
 - les chambres d'hospitalisation ;
 - les zones de manipulation des déchets solides et liquides ;
- les autres locaux d'accès réglementé sont par principe classés en zone surveillée.

Toutefois, ce classement peut être requalifié en fonction de l'analyse des postes de travail ; ainsi, on s'assure que les valeurs mesurées respectent les prescriptions de l'arrêté relatif à la délimitation des zones réglementées. De même, certaines parties de locaux peuvent nécessiter un classement spécifique (exemple boîte à gants).

3. Classement du personnel en catégories A et B

Le classement est défini par l'employeur après avis du médecin du travail.

Il sera apprécié avec la PCR selon les études de poste propres à chaque service. À titre indicatif :

Personnel concerné	Catégorie proposée
Médecin nucléaire Radiopharmacien	A ou B en fonction des pratiques et de l'évaluation des risques au poste de travail
Manipulateur Personnel paramédical en charge des manipulations des sources et de l'hospitalisation	A
Radiophysicien (personne spécialisée en radiophysique médicale ou PSRPM)	B
Personnel d'entretien des chambres et personnel chargé de l'élimination des déchets	A ou B en fonction des pratiques
Stagiaire	A ou B selon les postes d'affectation <i>Nota : pas de poste d'affectation impliquant un classement en cat. A pour un stagiaire < 18 ans</i>
Autres personnes susceptibles de pénétrer occasionnellement en zone surveillée ou contrôlée	Appréciation au cas par cas avec la PCR
Secrétaire, personnel d'accueil	Ne devant pas être affectés en zones réglementées, ne sont donc pas concernés par le classement

4. Choix de la surveillance dosimétrique

Dosimétrie externe passive	Dosimétrie opérationnelle	Dosimétrie interne
CATÉGORIE A Personnel chargé de la préparation et dispensation <ul style="list-style-type: none"> Dosimétrie poitrine mensuelle Dosimétrie des extrémités (bague de préférence) 	Obligatoire en zone contrôlée	Examen radiotoxicologique des urines et si possible examen anthroporadiométrique (utile dans la recherche de l'iode ¹³¹ mais inadapté dans le cas des émetteurs bêta purs)
CATÉGORIE A Personnel d'hospitalisation <ul style="list-style-type: none"> Dosimétrie poitrine mensuelle 		
CATÉGORIE B Dosimétrie poitrine mensuelle ou trimestrielle selon l'étude de poste		
NON CLASSÉ Appréciation au cas par cas	Obligatoire pour pénétrer occasionnellement en zone contrôlée	Sans objet

6. STRATÉGIE DE MAÎTRISE DE RISQUE

1. Réduction des risques

Formation et qualification des professionnels chargés des traitements et de la surveillance des patients

- Prévention générale :
 - Connaître et respecter les consignes de travail et de sécurité.
 - Utiliser des accessoires de protection (cf. § 6-3).
- Dans le laboratoire :
 - confiner les sources, utiliser les activités strictement nécessaires et ranger les sources après utilisation ;
 - limiter le temps de manipulation des sources ;
 - limiter le temps de présence auprès d'un patient traité ;
 - travailler en évitant les contaminations de surface, contrôler régulièrement l'absence de contamination.
- Dans le service d'hospitalisation :
 - limiter le temps de présence auprès d'un patient ;
 - prendre en compte les contaminations provenant du patient (urine, transpiration, salive, sang...);
 - contrôler l'absence de contamination de la chambre à la sortie du patient ;
 - contrôler systématiquement le linge, les draps et tout objet réutilisable en contact avec le patient ;
 - contrôler régulièrement l'absence de contamination des autres locaux d'hospitalisation concernés.
- Incidents, accidents :
 - prévoir les protocoles en cas de contamination des locaux et/ou des personnes (suite par exemple à des vomissements ou des pertes d'urines de patients...).
 - déclarer tout dysfonctionnement, incident ou accident au chef de service et à la PCR qui prendront toutes dispositions pour maîtriser cet incident, en connaître les causes et en tirer les enseignements ;
 - l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire - 0800 804 135) est informée sans délai par le chef d'établissement ;
 - en cas de dépassement de dose, l'inspecteur du travail doit également être prévenu ainsi que le CHSCT (ou les délégués du personnel).

2. Mesures techniques concernant l'installation

Laboratoire chaud

- Outre les aménagements et équipements précisés dans la fiche « Médecine nucléaire diagnostic hors TEP », il y a lieu de s'assurer que le laboratoire chaud dispose d'une enceinte blindée adaptée au stockage et à la manipulation de sources radioactives destinées à la thérapie.
- Il convient d'obtenir des fournisseurs de ce type de matériel les garanties qui s'imposent (nature des radionucléides et activités stockables et manipulables maximales).

Chambres d'hospitalisation

- Conception et équipement des chambres :
 - chambres individuelles avec sanitaires intégrés
 - murs à parois renforcées sur la base d'une source d'iode 131 de 5 550 MBq placée au centre du lit dont l'emplacement est définitivement fixé ;
 - renouvellement d'air :
 - si le service d'hospitalisation bénéficie d'un système de ventilation, il faut veiller à ce que ce système ne conduise pas à une dispersion de la contamination dans d'autres locaux ;
 - il convient de veiller en toute circonstance à une aération efficace de la chambre et des sanitaires ;
 - sanitaires des chambres protégées raccordés par des canalisations spécifiques et identifiées vers des cuves de décroissance réservées à cet usage, différentes de celles des laboratoires de préparation. Il peut être utilisé des sanitaires séparant les matières solides des liquides seuls dirigés vers des cuves de décroissance réservées à cet usage qui seront distinctes de celles des laboratoires de préparation.
- Mesures concernant les déchets solides radioactifs :
 - contrôle de tout objet de la chambre, y compris les plateaux repas, ou élimination comme déchet potentiellement radioactif ;
 - tri et conditionnement des déchets le plus en amont possible ;
 - dépôt du matériel utilisé (flacons, seringues, aiguilles...) dans des réceptacles adaptées aux radionucléides (poubelles, boîtes à aiguilles plombées...) ;
 - entreposage des déchets dans le local du service conçu à cet effet, selon la nature et la période des radionucléides (moins de 24 h, moins de 8 jours, plus de 8 jours) ;
 - tenue d'un registre permettant d'assurer la traçabilité des déchets ;
 - contrôle par détecteur dont le seuil est réglé de 1,5 à 2 fois le bruit de fond ;
 - Intégration des modalités de gestion des déchets précisées dans le plan de gestion des déchets et effluents radioactifs de l'établissement.
- Mesures concernant les effluents liquides radioactifs :
 - Cuves de décroissance recevant les effluents des sanitaires :
 - présence d'au moins 2 cuves fonctionnant alternativement en remplissage et en stockage de décroissance, facilement décontaminables, situées dans un local indépendant, correctement ventilé, balisé et fermé à clef, dont les parois sont renforcées en tant que de besoin ;
 - équipement d'un indicateur de niveau (avec renvoi de l'information dans l'unité de médecine nucléaire), d'un dispositif de prélèvement en position haute et d'un indicateur de débordement (avec renvoi de l'information dans le service de médecine nucléaire et dans le poste de sécurité de l'établissement) ; ces cuves devront être adaptées en conséquence si elles doivent

recevoir aussi les matières solides ;

- cuvelage de sécurité recouvert d'un revêtement facilement décontaminable pour la rétention de liquide en cas de fuite ; ce cuvelage doit être muni d'un détecteur de fuite avec renvoi dans le service de médecine nucléaire et dans le poste de sécurité de l'établissement ;
 - mesure d'un échantillon avant la fermeture des cuves pour calculer le temps nécessaire permettant d'atteindre une activité volumique inférieure ou égale à 100 Bq/L (circulaire n° 2001-323 du 9 juillet 2001) ;
 - tenue d'un registre réservé à la gestion des cuves où sont consignés la nature des radionucléides, les activités initiales, les temps de séjour requis, les dates de début, de fin de remplissage et de vidange des cuves ainsi que les résultats des contrôles.
- Contrôles réguliers de l'activité volumique à l'émissaire de l'établissement :
- soit par un bilan 4 fois par an réalisé sur une période de 8 h ;
 - soit par un contrôle continu.
- Intégration des modalités de gestion des déchets précisées dans le plan de gestion des déchets et effluents radioactifs de l'établissement.

Contrôles réguliers

- du matériel de détection,
- de l'activimètre,
- des sources scellées
- des hottes et enceintes,
- des filtres,
- de la ventilation générale.

3. Mesures techniques individuelles

- Dans le laboratoire
 - Gants à usage unique :
 - à porter lors de toutes manipulations de sources radioactives, y compris lors du travail dans les enceintes ou les hottes ;
 - à enlever selon la procédure adaptée ;
 - à éliminer avec les déchets contaminés.
 - Lavage régulier des mains.
 - Contrôle systématique des mains et des pieds après manipulation et avant la sortie de l'unité de médecine nucléaire.
 - Port de vêtements (tunique à manches longues) et chaussures réservés à l'unité de médecine nucléaire sans objet personnel ni bijou.
 - Utilisation de pinces longues pour la manipulation des flacons de radionucléides.
 - Écrans de protection adaptés :
 - protège-seringues, conteneurs de protection,

- écrans de protection mobile.

Le PMMA (Polyméthylmétacrylate) communément appelé Plexiglas™ n'est pas systématiquement adapté à l'énergie des émetteurs bêta. Pour les émetteurs bêta fortement énergétiques (de l'ordre de 2 MeV et plus), les protège-seringues en PMMA ne sont pas suffisants et les protège-seringues en tungstène peuvent alors s'avérer plus efficaces.

■ Dans les chambres d'hospitalisation :

- présence limitée au strict nécessaire dans les chambres les deux premiers jours du traitement ; sauf exception, le patient ne doit pas recevoir de visite de ses proches ;
- port d'un équipement de protection individuelle du personnel à usage unique lors de toute entrée dans la chambre, qui est à éliminer avec les déchets contaminés et comportant :
 - des gants,
 - une surblouse,
 - des surchaussures ;
- usage d'écran de protection mobile fortement recommandé ;
- lavage régulier des mains à la sortie de la chambre ;
- utilisation d'un matériel d'entretien spécifique à la chambre ou à usage unique, avec des protocoles d'entretien ;
- utilisation fortement recommandée de matériel à usage unique par le patient ; ce matériel est par la suite traité comme déchet radioactif dans des emballages adaptés ;

Remarque sur les tabliers de protection radiologiques :

Alors qu'il est efficace en radiologie classique (atténuation > 98 % soit un facteur 50), le port de tablier de protection radiologique ne présente pas d'intérêt pour la protection vis-à-vis de l'iode 131 (atténuation quasi nulle < 10 %). Dans certains cas, des patients bénéficiant d'un traitement par émetteur bêta pur (yttrium 90) sont hospitalisés en chambres protégées ; le tablier de protection, alors efficace vis-à-vis du rayonnement de freinage (atténuation > 98,7 % soit un facteur > 60), est donc à recommander.

4. Formation et information

- Remise par le chef d'établissement à chaque personne susceptible d'intervenir dans les zones réglementées d'une notice d'information spécifique à l'unité et d'une fiche d'information relative au suivi dosimétrique (SISERI⁽¹⁾).
- Diffusion de consignes générales de sécurité applicables dans l'unité de médecine nucléaire (incluant notamment les consignes « incendie »).
- Mise à disposition de la conduite à tenir en cas d'incident de contamination dans l'unité de médecine nucléaire et en secteur d'hospitalisation.
- Affichage des consignes de travail adaptées à la nature des expositions et aux opérations réalisées et comportant les noms et les coordonnées de la PCR et du médecin du travail.
- Information et formation de tout le personnel du laboratoire et d'hospitalisation :
 - organisées avec la PCR et le médecin du travail ;

- renouvellement de la formation au moins tous les 3 ans ;
- sensibilisation des femmes sur la nécessaire déclaration précoce des grossesses et sur les éventuels aménagements du poste de travail applicables après avis du médecin du travail ;
- une attention particulière sera portée à la formation du personnel d'hospitalisation travaillant la nuit ou effectuant des remplacements dans ces services ;
- la présence de travailleurs extérieurs à l'établissement ne peut être envisagée qu'en prenant en compte la formation, l'information et le suivi médical nécessaire.
- Information des unités devant accueillir des patients traités visant à limiter l'exposition des personnes qui seront en contact avec eux et à gérer les déchets éventuels (couches des malades incontinents...).

5. Prévention et surveillance médicale

■ Surveillance médicale réglementaire

- Visite médicale :
 - avant affectation au poste puis visite au moins une fois par an ;
 - individualisée en s'appuyant sur la fiche d'exposition du travailleur établie par le chef d'établissement ;
 - information spécifique aux femmes en âge de procréer sur la compatibilité réglementaire et médicale du poste avec la grossesse et/ou l'allaitement ;
 - recherche de lésions cutanéomuqueuses (y compris les tympans) pouvant favoriser la pénétration de radionucléides et gêner la décontamination ;
 - évaluation au cas par cas des répercussions d'autres pathologies sur les conséquences radiobiologiques d'une contamination.
- Examens complémentaires :
 - le médecin du travail a toute latitude pour demander tout examen complémentaire et/ou spécialisé qu'il juge nécessaire ;
 - examens anthroporadiométriques et/ou radiotoxicologiques urinaires en cas de risque de contamination interne ; la fréquence est adaptée à la période effective et à l'évaluation du risque de contamination ;
 - NFS à l'embauche conseillée comme examen de référence puis adaptée à la surveillance individuelle...
 - Carte individuelle de suivi médical remise par le médecin du travail à tout travailleur relevant des catégories A ou B (contacter l'IRSN - www.siseri.com).
- Surveillance dosimétrique : voir § 5-4
 - Communication à l'intéressé et commentaires par le médecin du travail de ses résultats dosimétriques individuels.
 - Échange des informations concernant la dosimétrie du personnel entre la PCR et le médecin du travail à organiser selon l'arrêté du 30 décembre 2004 (relatif à la carte individuelle de suivi médical).
- Grossesse
 - Il est indispensable d'inciter le personnel féminin à informer

(1) SISERI : système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants.

le plus tôt possible le médecin du travail de sa grossesse pour permettre la mise en place des mesures nécessaires : l'aménagement du poste de travail ou le changement d'affectation est laissé à l'entière appréciation du médecin du travail après concertation avec l'intéressée.

- Aucune femme enceinte ne peut être affectée à un poste impliquant un classement en catégorie A et l'exposition de l'enfant à naître doit dans tous les cas rester inférieure à 1 mSv entre la déclaration de la grossesse et l'accouchement (limitation absolue).

- Les tâches compatibles avec la poursuite de l'activité d'une femme enceinte sont définies par le médecin du travail en concertation avec la PCR en fonction des études de poste ; mais, en pratique, son maintien n'est pas à recommander dans ces services d'hospitalisation.

- Allaitement :

- **Tout risque d'exposition interne doit être exclu**, ce qui ne permet pas le maintien d'une femme allaitant dans ces zones réglementées.

- Dossier et suivi post professionnel :

- Le dossier médical

- Il comporte notamment :

- le double de la fiche d'exposition établie par le chef d'établissement avec l'aide du médecin du travail ;
- les dates et les résultats des examens anthroporadiométriques et radiotoxicologiques urinaires ;
- le relevé dosimétrique avec les doses efficaces et les doses équivalentes.

- Il est conservé pendant au moins 50 ans après la fin de la période d'exposition.

- Ce dossier est communiqué, sur sa demande, au médecin inspecteur régional du travail et de la main d'œuvre et peut être adressé, avec l'accord du travailleur, au médecin choisi par celui-ci.

- Si l'établissement vient à disparaître, ou si le travailleur change d'établissement, l'ensemble du dossier est transmis au médecin inspecteur régional du travail, à charge pour celui-ci de l'adresser, à la demande de l'intéressé, au médecin du travail désormais compétent.

- Suivi post professionnel

- Attestation d'exposition professionnelle aux radiations ionisantes à établir selon le modèle fixé par arrêté.

- Prise en charge des anomalies et incidents

- Exposition externe

- Le dosimètre opérationnel est paramétré par la PCR qui définit les seuils d'alarme adaptés au poste de travail.

- En l'absence de dosimétrie opérationnelle et en cas de suspicion d'incident, un traitement en urgence du dosimètre passif est effectué.

- Si l'exposition est supérieure au niveau habituel pour le poste considéré, une enquête est dans tous les cas entreprise.

- En cas de discordance entre les résultats de dosimétrie

passive et opérationnelle, le médecin du travail détermine, après enquête, la dose reçue par le travailleur en ayant recours si nécessaire à l'IRSN. La dose finalement retenue est transmise à l'IRSN (SISERI).

- Contamination – Principes généraux :

- Évaluer rapidement l'importance de la contamination et mettre en œuvre le protocole de décontamination.

- Dans tous les cas, la PCR, le chef de service et le médecin du travail doivent être prévenus sans délai.

- Si nécessaire, contacter le dispositif d'alerte de l'IRSN :

06 07 31 56 63

- Dans tous les cas, prévoir dès le premier jour un prélèvement urinaire sur 24 h en vue d'une analyse radiotoxicologique en urgence ; celle-ci sera associée si possible à un examen anthroporadiométrique lorsque le radionucléide manipulé est un émetteur gamma.

- Contamination d'une personne

- Avant d'entreprendre une action de décontamination, contrôler ou faire contrôler les mains, la blouse, les cheveux, les chaussures... (en cas de douche, lavage des mains préalable de façon à éviter toute contamination cutanée secondaire).

- Procéder à la décontamination par lavage à l'eau savonneuse, sans frotter ou utiliser un détergent de décontamination (pH neutre) et contrôler l'efficacité de cette décontamination.

- En cas de projection oculaire : laver abondamment sous l'eau à température ambiante.

- Le médecin du travail prévoit si nécessaire :

- un nouvel essai en cas d'échec de décontamination. En cas d'échec après 2 ou 3 essais, mettre un pansement étanche sur la zone contaminée et contacter le dispositif d'alerte de l'IRSN (le pansement a pour rôle de faire transpirer la peau en cas de contamination cutanée profonde qui résiste au lavage et faciliter ainsi son élimination) ;

- un prélèvement nasal par mouchage dans un mouchoir jetable et un contrôle de l'activité de ce papier ;

- un renouvellement de l'examen anthroporadiométrique et/ou de l'examen radiotoxicologique urinaire ;

- une mesure de l'activité surfacique cutanée (appui possible de l'IRSN).

- S'il le souhaite, le médecin du travail peut contacter le dispositif d'alerte de l'IRSN qui l'aidera dans la prise en charge.

Tout incident ou accident de contamination d'un salarié doit être déclaré ou inscrit sur le registre de déclaration des accidents bénins.

- Contamination des locaux et/ou du matériel

- Déterminer l'étendue de la zone contaminée et, si nécessaire, délimiter et baliser un périmètre de sécurité.

- Confiner le déversement ou la fuite avec un matériau absorbant.

- Toute contamination de locaux, de surface de travail, ou de

vêtement, doit être éliminée dès sa détection puis son origine recherchée. Elle doit faire suspecter une contamination éventuelle de personne.

- La PCR évalue l'importance de la contamination et effectue la décontamination (port de gants, surblouse et surchaussures obligatoire) avec du matériel jetable selon les consignes affichées dans le local.

6. Évaluation de la maîtrise des risques

■ Afin d'optimiser la radioprotection des travailleurs et de l'installation, le chef d'établissement établit l'ensemble des bilans nécessaires à l'évaluation de la maîtrise des risques. Les bilans font notamment état des dépassements des valeurs limites et des moyens mis en œuvre pour y remédier.

■ Le CHSCT (ou à défaut les délégués du personnel) a accès à ces différents résultats :

- bilan statistique des expositions de l'unité de médecine nucléaire ;
- bilan des dysfonctionnements relevés : matériovigilance et

compte rendu des interventions techniques... ;

- bilan des contrôles effectués.

■ La consultation régulière de SISERI à des fins d'optimisation et d'information du médecin du travail ainsi que la consultation des relevés annuels des doses individuelles permettent d'apprécier l'évolution des expositions externes et internes des travailleurs.

Les résultats des différents contrôles techniques et d'ambiance (ainsi que l'analyse préalable du niveau d'exposition) sont intégrés au document unique concernant l'évaluation des risques.

7- Autres risques

■ Risques biologiques : accident d'exposition au sang (AES), tuberculose...

■ Port de charges lourdes : transfert de malades alités, matériels et containers plombés avec risque de troubles musculo-squelettiques (TMS).

■ Risques physiques : électriques, UV...

Caractéristiques des principaux radionucléides utilisés en médecine nucléaire in vivo (thérapie).

Radionucléides utilisés en sources non scellées pour la thérapie		Période	Nature des principales émissions	Principales applications	Activités utilisées (valeurs moyennes) en MBq
Erbium 169	¹⁶⁹ Er	9,4 jours	Bêta	Synoviorthèses : traitement des arthrites inflammatoires (interphalangiennes)	20
Iode 131	¹³¹ I	8 jours	Bêta et Gamma	Traitement des : • hyperthyroïdies • cancers thyroïdiens • neuroblastomes, phéochromocytomes malins (mIBG *)	370 à 6 000
Phosphore 32	³² P	14,3 jours	Bêta	Traitement des polyglobulies (maladie de Vaquez)	100 à 200
Rhénium 186	¹⁸⁶ Re	3,78 jours	Bêta et X	Synoviorthèses : traitement des arthrites inflammatoires (chevilles, poignets, coudes)	40
Samarium 153	¹⁵³ Sm	1,95 jours	Bêta et X	Antalgique des métastases osseuses	2 400
Strontium 89	⁸⁹ Sr	50,7 jours	Bêta	Antalgique des métastases osseuses	150
Yttrium 90	⁹⁰ Y	2,7 jours	Bêta	• Synoviorthèses : traitement des arthrites inflammatoires (genoux, hanches) • Traitement de certains lymphomes (Zévalin™)	80 1 200

* mIBG : métaiodobenzoguanidine.



FICHE RADIOPROTECTION

Médecine nucléaire

Prise en charge des patients sortant d'une unité de médecine nucléaire

La présente fiche a pour objectif de fournir des éléments permettant de préparer la prise en charge, par un service ou une entité autre qu'une unité de médecine nucléaire, d'un patient ayant bénéficié d'un examen ou d'un traitement avec des radionucléides en sources non scellées. En effet, à la suite d'un examen scintigraphique ou d'un traitement par radionucléides, un patient est susceptible d'entraîner un risque d'exposition externe et interne des personnes qui sont amenées à l'approcher.

1. MODALITÉS DE RÉALISATION D'UN ACTE DE MÉDECINE NUCLÉAIRE

Le plus souvent, l'hospitalisation dans l'unité de médecine nucléaire où les radionucléides ont été administrés n'est pas nécessaire. Le patient peut repartir à son domicile ou dans son service d'origine, ou bien peut bénéficier d'examens complémentaires dans un autre service. Le **tableau** (page suivante) fournit pour les principales indications diagnostiques des valeurs indicatives pour déterminer les consignes de prise en charge du patient. En ce qui concerne les applications thérapeutiques et principalement celles à l'iode ¹³¹I (il s'agit dans ce cas d'une activité d'iode ¹³¹I < 740 MBq)⁽¹⁾, compte tenu de la grande variabilité individuelle, une estimation de l'exposition liée au patient doit être effectuée au cas par cas par la PCR ou la PSRPM² de l'établissement auquel est rattachée l'unité de médecine nucléaire.

Au cours d'une même journée, les autres examens complémentaires (biologie, échographie, radiologie...) doivent être de préférence programmés avant tout acte effectué en médecine nucléaire pour éviter les expositions inutiles des personnels devant réaliser ces examens. Dans le cas contraire, la personne compétente en radioprotection évalue l'exposition et précise si besoin les précautions à prendre.

2. MODALITÉS D'INFORMATION DES PATIENTS ET DE LEUR ENTOURAGE

■ En vue de limiter l'exposition aux rayonnements ionisants de l'entourage du patient, le médecin nucléaire lui fournit une information orale et écrite, avant et à l'issue de l'acte suivant les dispositions réglementaires en vigueur (art. R. 1333-64 du Code de la Santé publique ; arrêté du 21 janvier 2004³).

Cette fiche fait partie d'une série fournissant une synthèse des connaissances utiles en radioprotection, réalisée par type d'activités.

Chaque fiche présente les différentes procédures, les types de dangers spécifiques, l'analyse des risques et leur évaluation ainsi que les méthodes de prévention.

Une fiche rappelle les textes de loi et la réglementation concernant la radioprotection dans le domaine médical (cf. pp. 9 à 12).

Ce document a été réalisé par un groupe de travail auquel ont participé l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire), la DRT (Direction des relations du travail), l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) et l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité). Voir la composition du comité scientifique p. 7.

¹ Une fiche spécifique concerne les applications à l'iode ¹³¹I > 740 MBq

² PCR : personne compétente en radioprotection - PSRPM : personne spécialisée en radiophysique médicale

³ Arrêté du 21 janvier 2004 relatif à l'information des personnes exposées aux rayonnements ionisants lors d'un examen de médecine nucléaire.

Valeurs indicatives pour les principales applications diagnostiques des activités injectées et des débits d'équivalent de dose lors de la sortie du patient.

Examen	Radionucléide	Activité habituellement administrée (MBq)	Délai injection-sortie du service (h)	Débit d'équivalent de dose à 1 m lors de la sortie ($\mu\text{Sv/h}$)	Délai pour atteindre 0,5 $\mu\text{Sv/h}$ à 1 m
Squelette	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	600	4	5 ^a (valeur mesurée)	20 h
Poumon ventilation	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ ^b	200 ^b	0,5	2 (valeur mesurée)	12 h
Thyroïde	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	100	0,5	< 2 (valeur calculée)	12 h
Thyroïde	^{123}I	10	3	0,2 (valeur calculée)	sans objet
Thyroïde	^{131}I ^c	330 ^c	0	10 (valeur mesurée)	< 30 j
Reins (dynamique)	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	100	1	< 1 (valeur calculée)	6 h
Cœur	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	1 000	> 1 (après 2 ^e inj.)	< 10 (valeur calculée)	< 24 h
Cœur	^{201}Tl	110+40	1 et 5	< 15 (valeur mesurée)	< 12 j
Ventriculographie	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	600	0,5	< 10 (valeur calculée)	< 24 h
Tumeurs	^{67}Ga	230	50	2 (valeur mesurée)	8 j
Tumeurs	^{18}F	400	2	16 ^d (valeur mesurée)	9 h
Tumeurs	^{111}In	240	0,1	< 15 (valeur mesurée)	< 12 j

a : Tbiologique = 3 h

b : par inhalation

c : per os

d : Tbiologique = 1 h

Tc : technétium

I : iode

Tl : thallium

Ga : gallium

In : indium

F : fluor

- L'unité de médecine nucléaire doit remettre, au patient ou à son représentant légal, une fiche comportant les dispositions de radioprotection à respecter pour lui-même et son entourage.
- Cette fiche tiendra compte de la nature de l'acte et du radionucléide, de l'activité administrée et du débit d'équivalent de dose à 1 m lorsque le patient quitte l'unité.
- Dans le cas où le patient est pris en charge dans un autre service, l'unité de médecine nucléaire transmet à ce service les éléments d'appréciation pour assurer la radioprotection du personnel du service d'accueil ; celui-ci pourra le cas échéant s'adresser à la PCR de son établissement ou à l'unité de médecine nucléaire.

Consignes concernant le transfert des patients vers un autre site

- Respecter les consignes transmises par l'unité de médecine nucléaire afin de limiter l'exposition externe et de se prémunir de toute contamination.
- Avoir à disposition le matériel nécessaire pour faire face à une contamination accidentelle (vomissement...) : gants, poche plastique, papier absorbant...

3. CONSIGNES AUX SERVICES ACCUEILLANT LE PATIENT

Suivre les recommandations de l'unité de médecine nucléaire concernant la prise en charge des patients et la gestion des déchets radioactifs susceptibles d'être produits.

1. Prise en charge des patients

- Respecter les consignes transmises par l'unité de médecine nucléaire afin de prévenir toute dispersion et de se prémunir de toute contamination.
- Porter des gants systématiquement pendant la période définie par l'unité de médecine nucléaire (vigilance accrue pour les patients incontinents et les enfants).
- Éviter d'effectuer des examens sanguins et urinaires (ECBU...) au moins le premier jour, et au delà, selon les recommandations de l'unité de médecine nucléaire (notamment suite à une prescription d'iode $^{131}\text{I} \leq 740 \text{ MBq}$).
- Limiter le temps de présence auprès des patients lors de toute intervention dans la chambre pendant au moins :
 - 4 heures après administration à des fins diagnostiques de radionucléides de période physique inférieure à 1 jour ;
 - 3 jours vis à vis des patients ayant eu une thérapie avec de l'iode $^{131}\text{I} \leq 740 \text{ MBq}$;
 - pour tout autre acte, se conformer aux consignes de l'unité de médecine nucléaire.

2. Prise en charge des déchets

- Le service d'accueil du patient se trouve dans le même site que l'unité de médecine nucléaire :
 - les déchets provenant des patients injectés sont collectés selon les consignes de l'unité de médecine nucléaire puis transférés dans le local à déchets de cette unité.

■ Le service d'accueil du patient ne se trouve pas dans le même site que l'unité de médecine nucléaire :

- les déchets provenant des patients injectés sont collectés selon les consignes de l'unité de médecine nucléaire ;
- ces consignes spécifient les conditions et la durée de la collecte et de leur entreposage avant élimination locale selon une filière conventionnelle.

- **À titre d'exemples :**

Déchets (couches...) résultant d'une scintigraphie osseuse au technétium 99m

- durée de collecte : 1 jour ;
- durée d'entreposage : au moins 2 jours.

Déchets (couches...) résultant d'une thérapie d'activité < 740 MBq à l'iode 131

- durée de collecte : 3 semaines ;
- durée d'entreposage : au moins 2 mois.

- En cas de linges souillés, suivre les consignes de l'unité de médecine nucléaire ; dans tous les cas, les isoler à des fins de décroissance.

4. CONSIGNES POUR LES FEMMES ENCEINTES OU ALLAITANT

- Dans le cadre des dispositions prévues au paragraphe 3-1 alinéa 4, une attention particulière est apportée aux femmes enceintes de façon à limiter leur participation aux soins prolongés rapprochés.
- Les tâches auxquelles sont affectées les femmes allaitant doivent exclure tout risque de contamination interne (les écarter de tout contact avec les patients injectés et leurs déchets pendant la durée préconisée par la personne compétente).

