



La Prévention en Action

Pour la santé des salariés et des entreprises.

- **Fiche 1 :** Principaux acteurs
 - **Fiche 2 :** Chef d'entreprise et représentants du personnel
 - **Fiche 3 :** Personne compétente en radioprotection
 - **Fiche 4 :** Médecin du travail
 - **Fiche 5 :** Grossesse et rayonnements ionisants
 - **Fiche 6 :** Acteurs institutionnels
 - **Fiche 7 :** Types de rayonnements, sources et modalités d'exposition
 - **Fiche 8 :** Grandeurs physiques et unités
 - **Fiche 9 :** Surveillance de l'exposition
 - **Fiche 10 :** Effets sur la santé
 - **Fiche 11 :** Accident du travail
Maladie professionnelle
 - **Fiche 12 :** Délimitation et signalisation des zones
 - **Fiche 13 :** Principes de radioprotection
 - **Fiche 14 :** Conduites à tenir suite à un incident/accident
- Annexe 1 :** Fiche d'exposition individuelle



La Radioprotection

Edito



Je suis très heureux en préfaçant ce guide, de pouvoir féliciter ses rédacteurs pour la qualité du travail accompli et de confirmer l'intérêt que nous attachons à des initiatives permettant d'éclairer les entreprises sur les nouveautés réglementaires et les mesures générales de prévention à prendre, s'agissant de risques spécifiques.

Ce guide est le résultat d'un travail mené en commun, en région PACA, au sein de la société de médecine du travail PACA-CORSE, par plusieurs médecins du travail sensibilisés aux risques liés aux rayonnements ionisants, en collaboration avec les services du ministère du travail et le service de médecine et santé au travail de la faculté de médecine de Marseille.

Ce guide s'inscrit dans une collection d'ouvrages existants sur la prévention des risques professionnels ciblés sur des activités spécifiques : garage, menuiserie, bijouterie, aide à domicile, ...

Compte tenu des évolutions récentes en matière de prévention du risque d'exposition des salariés aux rayonnements ionisants, introduites par le décret n° 2003-296, et codifiées aux articles R. 231-73 à R. 231-116 du code du travail, visant notamment à :

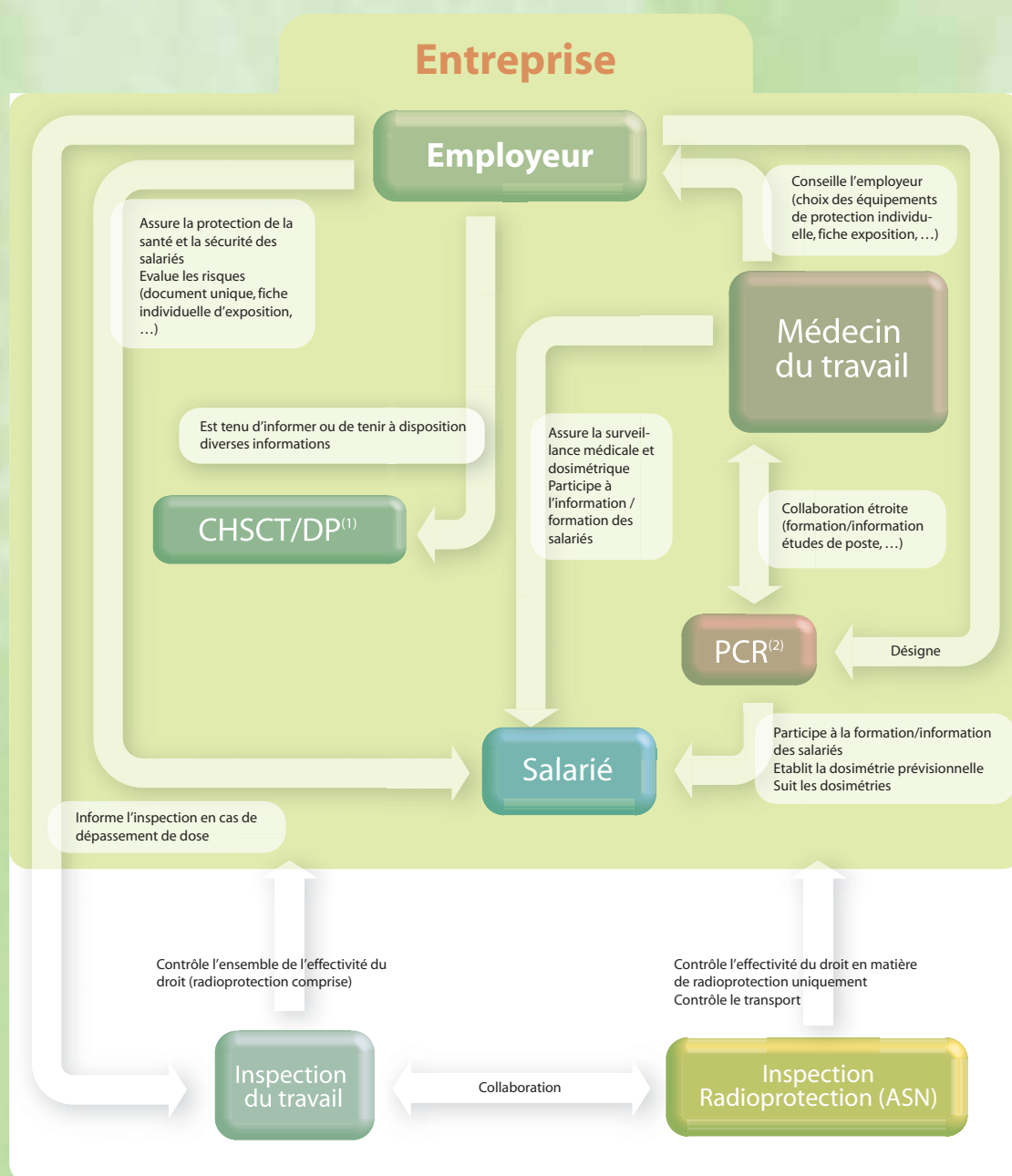
- créer un cadre unique de protection pour l'ensemble des travailleurs exposés dans les domaines de l'industrie nucléaire, de l'industrie non nucléaire et de l'activité médicale,
- abaisser quasiment d'un facteur 3 le niveau des valeurs limites de dose auxquelles les travailleurs peuvent être exposés,
- améliorer la surveillance individuelle des expositions ainsi que la centralisation et la gestion des données dosimétriques,
- renforcer le rôle donné à l'évaluation prévisionnelle des doses, ...

il est apparu important, pour un groupe de médecins du travail, de réaliser ces « fiches pratiques » sur la radioprotection à destination des médecins du travail mais aussi des salariés et préventeurs en entreprises, afin de les aider à s'appropriier plus facilement ces nouveautés réglementaires, en insistant plus particulièrement sur les effets sur la santé des rayonnements ionisants ainsi que sur le rôle spécifique de chacun des acteurs concernés par la radioprotection.

Gérard CASCINO
Directeur régional du travail, de l'emploi
et de la formation professionnelle



Fiche n° 1 Radioprotection : principaux acteurs concernés



Les rôles et missions des différents acteurs sont précisés dans les fiches spécifiques.

(1) CHSCT/DP : Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de travail/Délégués du Personnel

(2) PCR : Personne Compétente en Radioprotection

Fiche n° 2 Chef d'entreprise/Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail et Délégués du Personnel

I. Rôle et obligations du chef d'entreprise

I.1. En situation normale

- Prend les mesures générales, administratives et techniques, pour assurer la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, notamment en matière d'organisation du travail et de conditions de travail (R.231-74)
- Assure la coordination générale des mesures de prévention en cas d'intervention d'une entreprise extérieure ou d'un travailleur non salarié
- S'assure que son activité (radiologique ou biomédicale, ou industrielle ou de recherche) répond aux exigences réglementaires en matière de procédures d'autorisation ou de déclaration
- Définit, après consultation de la Personne Compétente en Radioprotection (PCR), du médecin du travail et des représentants du personnel, les mesures de protections collectives appropriées en tenant compte des autres facteurs de risques (R.231-85) et les mesures de protection individuelle
- Choisit les équipements de protection individuelle (E.P.I.) après consultation du médecin du travail et détermine la durée ininterrompue maximale de port des E.P.I. (R.231-85)
- Est responsable de l'application des mesures de prévention (R.231-88) nécessaires à la protection de son personnel (fourniture, entretien, contrôle des équipements de protection individuelle et des instruments de mesures de l'exposition individuelle)
- Désigne une personne compétente en radioprotection (PCR) après avis des représentants du personnel dès lors qu'il existe un risque d'exposition pour les travailleurs (R.231-106)
- Délimite une zone surveillée, une zone contrôlée et éventuellement une zone spécialement réglementée ou interdite (R.231-81), après avoir procédé à une évaluation des risques et recueilli l'avis de la PCR
- Procède au classement des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants (R.231-88):
 - Soit en catégorie A, si, dans les conditions habituelles de travail, la dose efficace est susceptible de dépasser 6 mSv/an (la limite étant à 20 mSv/an) ou si une dose équivalente est susceptible de dépasser 3/10^e des limites annuelles
 - Soit en catégorie B, pour les autres travailleurs exposés (sans dépasser 6 mSv/an)
- Procède à une analyse des postes de travail (renouvelée périodiquement) afin de s'assurer que les expositions professionnelles individuelles et collectives sont maintenues en deçà des limites prescrites et au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre (R.231-75)
- Fait procéder à une évaluation prévisionnelle de la dose collective et des doses individuelles susceptibles d'être reçues par les travailleurs pour toute opération se déroulant dans la zone contrôlée (R.231-75)
- Fait mesurer et analyser les doses de rayonnement effectivement reçues au cours de l'opération (R.231-75)
- Établit, pour chaque salarié une fiche d'exposition (R.231-92) et remet copie de cette fiche au médecin du travail

Fiche n° 2 Chef d'entreprise/Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail et Délégués du Personnel

■ Tient à la disposition des représentants du personnel les informations contenues dans la fiche d'exposition recensées par poste de travail (R.231-92).

Les chefs des entreprises extérieures déterminent les moyens de protection individuelle pour leurs propres salariés compte tenu des mesures prévues par le plan de prévention (R.231-85).

I.2. En cas de dépassement de dose

Les dispositions à prendre par le chef d'entreprise sont mentionnées dans la fiche spécifique « conduite à tenir suite à un incident/accident d'exposition aux rayonnements ionisants ».

II. Rôle du Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail (CHSCT) ou à défaut des Délégués du Personnel (DP)

Ils doivent recevoir de l'employeur (R231-108) :

■ Au moins une fois par an, un bilan statistique des contrôles techniques d'ambiance et du suivi dosimétrique permettant d'apprécier l'évolution des expositions internes et externes du personnel

■ Les informations concernant les situations de dépassement de l'une des valeurs limites ainsi que les mesures prises pour y remédier (R231-96)

■ Les informations concernant les dépassements observés par rapport aux objectifs de doses collectives et individuelles.

Ils ont accès aux résultats des contrôles techniques (R231-108).

Ils peuvent demander communication des mesures d'organisation prises par le chef d'établissement concernant les zones réglementées.

Ils donnent leur avis sur les mesures de protections collectives à mettre en œuvre par le chef d'établissement (R.231-85).

I. Désignation et formation

Au terme de l'article R.231-106 du Code du Travail, il appartient au chef d'établissement de désigner, après avis du CHSCT, une personne compétente en radioprotection (PCR), dès lors qu'il existe un risque d'exposition. Dans les Installations Nucléaires de Base (INB) et les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), les personnes compétentes sont des salariés de l'établissement et sont regroupées au sein d'un service interne, appelé service compétent en radioprotection. Ce service est distinct des services de production et des services opérationnels.

L'arrêté du 26 octobre 2005 fixe les modalités de formation de la PCR et de certification du formateur et abroge le précédent arrêté du 29 décembre 2003. La PCR ne peut être désignée qu'après avoir suivi avec succès une formation, délivrée par une personne certifiée par un organisme accrédité. Cette formation est constituée d'un module théorique de 30 heures et d'un module pratique défini en fonction du secteur d'activité (médical ; INB-ICPE ; industrie et recherche) et de la nature des sources de rayonnements utilisées. Cette formation fait l'objet d'un contrôle de connaissances. L'attestation de formation est valide pour une durée de cinq ans à compter de la date d'obtention.

À l'issue de cette période de cinq ans, la PCR doit suivre une formation de renouvellement lui permettant d'actualiser ses connaissances et doit se prêter à une épreuve orale. En cas de succès du candidat, l'attestation de formation est reconduite pour une même durée. Dans le cas contraire, le candidat doit suivre à nouveau la formation initiale.

II. Rôle

Le chef d'établissement doit consulter la PCR en vue de la délimitation des zones surveillées et contrôlées et de la définition des règles applicables dans ces zones.

Par ailleurs, sous la responsabilité de l'employeur et en liaison avec le CHSCT (ou, à défaut les délégués du personnel), la PCR procède à :

- l'évaluation des risques, si besoin avec le soutien des personnes assurant l'encadrement des travaux ou de l'intervention
- l'évaluation prévisionnelle des doses collectives et individuelles et l'analyse des doses effectivement reçues (dosimétrie opérationnelle qu'il transmet à l'IRSN pour enregistrement dans la base de données SISERI)
- la définition des mesures de protection à mettre en œuvre et l'appréciation de leur pertinence au vu des résultats dosimétriques
- l'identification des expositions soumises à autorisation de l'inspecteur du travail
- la définition des moyens à mettre en œuvre en cas de situation anormale.

La PCR est également amenée à collaborer avec le médecin du travail notamment pour la réalisation des études de poste ainsi que pour l'information et la formation à la sécurité des travailleurs exposés.

Fiche n° 3 la Personne Compétente en Radioprotection (PCR)

Code du travail: Liste des dispositions intéressant plus particulièrement la PCR

R. 231-75-II

- Définit des objectifs de dose collective et individuelle pour toute opération se déroulant dans la zone contrôlée.

R. 231-93-III

- Demande communication des doses efficaces reçues sous une forme nominative sur une période de référence n'excédant pas les douze derniers mois, aux seules fins de définir des objectifs dosimétriques.

- Informe immédiatement le chef d'établissement et le médecin du travail en cas de dépassement prévisible des valeurs limites.

R. 231-94-I

- Communique périodiquement à l'IRSN, sous forme nominative, les résultats de la dosimétrie opérationnelle.

- Demande communication des résultats de la dosimétrie opérationnelle sous une forme nominative sur une période de référence n'excédant pas les douze derniers mois, aux seules fins de procéder à la définition des objectifs dosimétriques.

R. 231-94-II

- Informe immédiatement le chef d'établissement et le médecin du travail en cas de dépassement prévisible des valeurs limites au vu des résultats de la dosimétrie opérationnelle.

R. 231-97

- En cas de dépassement de doses résultant de conditions de travail non prévues, elle prend, sous la responsabilité du chef d'établissement, les mesures pour :

1. Faire cesser les causes de dépassement des valeurs limites,
2. Procéder ou faire procéder par l'IRSN à l'étude des circonstances de tout dépassement,
3. Faire procéder à l'évaluation des doses équivalentes reçues,
4. Étudier ou faire étudier par l'IRSN les mesures à prendre en cas de défektivité,
5. Procéder ou faire procéder par un organisme de contrôle agréé à un contrôle technique de radioprotection des postes

D'après INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) Les rayonnements ionisants, paysage institutionnel et réglementation applicable, édition INRS ED 932, novembre 2004

de travail.

R.231-106-I

- Est désignée par le chef d'établissement, après formation dispensée par des personnes certifiées par des organismes accrédités et avis du CHSCT.

- Reçoit du chef d'établissement les moyens nécessaires à l'exercice de ses missions.

R. 231-106-II

- Est consultée sur la délimitation des zones et sur les règles qui s'y appliquent.

- Participe à l'élaboration et à la formation à la sécurité des travailleurs exposés.

R. 231-106-III

- Procède à une évaluation préalable du risque.

- Définit les mesures de protection adaptées et en vérifie leur pertinence au vu des résultats des contrôles et de la dosimétrie opérationnelle ainsi que des doses efficaces reçues.

- Recense les circonstances susceptibles de justifier une exposition subordonnée à la délivrance d'une autorisation spéciale.

- Définit les moyens requis en cas de situation anormale.

R. 231-106-IV

- Est associée par le chef d'établissement de l'entreprise utilisatrice à la définition et à la mise en œuvre de la coordination générale des mesures de prévention lors d'intervention de salariés relevant d'entreprises extérieures ou de travailleurs non salariés. Elle peut prendre contact avec les personnes compétentes en radioprotection désignées, le cas échéant, par les entreprises extérieures.

R. 231-107

- Le médecin du travail collabore à l'action de la personne compétente en radioprotection.

Fiche n° 4 Le médecin du travail

I. Rôle et missions

Le médecin du travail est un médecin salarié de l'entreprise ou du service interentreprises. Son indépendance est garantie dans l'ensemble de ses missions. Son rôle est exclusivement préventif et consiste à éviter toute altération de la santé des travailleurs du fait de leur travail. Il ne dispense pas de soins, sauf urgence. Il ne remet ni ordonnance, ni arrêt de travail. Il est le conseiller du chef d'entreprise, des salariés et de leurs représentants. Il participe à l'évaluation des risques, à l'amélioration des conditions du travail et propose des adaptations aux postes de travail si nécessaire.

Pour réaliser ses missions, le médecin du travail effectue des examens médicaux et réalise des actions en milieu de travail (le 1/3 de son temps).

Le médecin du travail ne peut constater l'inaptitude définitive d'un salarié qu'après une étude du poste de travail et deux examens médicaux espacés de deux semaines, éventuellement accompagnés d'examens complémentaires ou d'avis spécialisés.

L'avis d'aptitude (ou d'inaptitude) doit être formulé sur une fiche d'aptitude établie en double exemplaire (un pour le salarié et un pour l'employeur) et dans le strict respect du secret médical, c'est-à-dire sans aucun justificatif d'ordre médical.

À côté de ces dispositions générales, des dispositions spécifiques à la radioprotection s'imposent au médecin du travail dans le cadre du décret n° 2003-296 du 31 mars 2003.

Aptitude/inaptitude médicale

À l'occasion des visites médicales (visite d'embauche, visites périodiques et visites de reprise du travail), le médecin du travail doit se prononcer sur l'aptitude médicale du travailleur à son poste de travail. Il s'assure que le salarié peut occuper ce poste sans danger pour sa santé ou celle des autres. Il propose si nécessaire des aménagements de poste. Dans la fonction publique hospitalière (pour les agents titulaires), le reclassement ou l'aménagement de poste du fonctionnaire peut faire intervenir, outre le médecin du travail, le comité médical ou la commission de réforme départementale.

II. Action en milieu de travail

Le médecin du travail établit et met à jour la fiche d'entreprise qui liste les risques professionnels et le nombre de salariés exposés.

Il collabore à l'action de la personne compétente en radioprotection (PCR) notamment dans la réalisation des études de poste et dans l'information et la formation des travailleurs exposés (R.231-107).

Il apporte son concours au chef d'établissement pour établir et actualiser la fiche d'exposition des travailleurs (cf. annexe I R.231-92). Il est consulté pour la définition des mesures de protection collective et individuelle. Il peut formuler toute proposition au chef d'établissement quant au choix des équipements de protection individuelle en tenant compte de leurs modalités d'utilisation (R.231-85).

Il émet un avis en ce qui concerne les expositions soumises à autorisation (R.231-103). Il participe aux enquêtes en cas de dépassement de dose.

III. Surveillance médicale

Les travailleurs exposés aux rayonnements ionisants (RI) sont classés en catégorie A ou B par l'employeur après avis du médecin du travail (R.231-88). Ils bénéficient d'une surveillance médicale renforcée (R.231-100) de la part du médecin du travail (a minima visite annuelle).

Fiche n° 4 Le médecin du travail

III.1. Objectifs

- Déceler toute contre-indication médicale à l'affectation ou au maintien à un poste exposant aux RI (aptitude médicale).
- Prévenir et dépister toute affection susceptible d'être en relation avec une exposition aux RI.
- Veiller au respect des limites d'exposition.
- Apprécier l'aptitude des travailleurs susceptibles d'être concernés par une exposition exceptionnelle soumise à autorisation ou une intervention en situation d'urgence radiologique (R. 231-104).
- Réaliser un bilan dosimétrique et sanitaire après toutes situations anormales d'exposition ainsi qu'en cas de dépassement des valeurs limites (R.231-100).

III.2. Modalités

Cette surveillance médicale s'organise autour d'examens cliniques, d'examens complémentaires si nécessaires et du suivi dosimétrique individuel. Le médecin du travail adapte ce suivi médical en fonction de la fiche individuelle d'exposition établie par l'employeur et des résultats dosimétriques.

III.2.1. Examens cliniques

Un travailleur ne peut être affecté à des travaux l'exposant aux RI qu'après avoir fait l'objet d'un examen médical et sous réserve que la fiche d'aptitude atteste qu'il ne présente pas de contre-indications médicales à ces travaux (le premier examen médical se fait avant l'affectation au poste de travail). Cette fiche d'aptitude mentionne la date de l'étude du poste de travail et la date de la dernière mise à jour de la fiche d'entreprise. Les visites médicales sont également l'occasion de réaliser une information individuelle sur le risque et sa prévention.

Le médecin du travail s'attachera à récupérer les éventuelles données dosimétriques antérieures (consultation de SISERI).

III.2.2. Examens complémentaires

La périodicité et la nature des examens complémentaires sont laissées à l'appréciation du médecin du travail selon le poste occupé par le salarié (nature de l'exposition). Ces examens sont à la charge de l'employeur.

III.2.3. Surveillance de l'exposition individuelle

Elle repose sur les données de dosimétrie passive, de dosimétrie opérationnelle et, en cas de risque d'exposition interne, sur les examens radiotoxicologiques et anthroporadiométriques prescrits par le médecin du travail (cf. fiche "surveillance de l'exposition aux RI"). Le médecin du travail est destinataire de tous les résultats sous leur forme nominative. En cas de discordance entre résultats de la dosimétrie passive et de la dosimétrie opérationnelle, c'est à lui de déterminer la dose reçue par le travailleur, en ayant recours si nécessaire à l'appui de l'IRSN (R.231-93, 94, et 80).

Le médecin du travail est informé immédiatement de tout dépassement de doses et en informe le salarié concerné. Il prend alors toute disposition qu'il juge utile. Toute exposition ultérieure requiert son avis. Dans tous les cas, pendant la période où la dose reçue demeure supérieure aux valeurs limites, le travailleur ne peut être affecté à des travaux l'exposant aux RI, sauf en cas d'urgence radiologique (R.231-96).

Fiche n° 4 Le médecin du travail

III.2.4. Dossier médical

Établi par le médecin du travail pour chaque travailleur exposé aux RI, il doit comporter les éléments suivants (R.231-101) :

- Le double de la fiche individuelle d'exposition établie par l'employeur et précisant la nature du travail effectué, les caractéristiques des sources, la nature des RI, les périodes d'exposition et les autres risques et nuisances du poste de travail

- Les dates et résultats des examens médicaux complémentaires

- Les dates et résultats du suivi dosimétrique de l'exposition individuelle aux RI.

Ce dossier médical doit être conservé au moins 50 ans après la fin de la période d'exposition. Il peut être adressé, avec l'accord du travailleur, à un médecin choisi par ce dernier.

III.2.5. Carte individuelle de suivi médical (R.231-102)

Elle est délivrée par le médecin du travail à chaque travailleur exposé aux RI (catégorie A ou B). Elle comporte deux volets, le premier destiné au travailleur et à présenter au médecin du travail à chaque examen médical, le second adressé par le médecin du travail à l'IRSN.

IV. Surveillance médicale post-professionnelle

(Décret 93-644 du 26/03/93, Décret 95-16 du 04/01/95, Arrêté du 28/02/95)

Elle s'applique à tous les salariés ayant été exposés à des agents ou procédés cancérogènes (dont les RI) et a pour objectif de dépister des pathologies liées au travail après cessation de l'emploi. C'est au salarié qu'il appartient de faire la demande de ce suivi post-professionnel auprès de son organisme de sécurité sociale. Il doit pour cela fournir une attestation d'exposition aux RI ; cette attestation, remplie par l'employeur et le médecin du travail doit être remise de façon systématique au salarié lors de son départ de l'entreprise quel qu'en soit le motif.

Cette surveillance médicale post-professionnelle comporte, dans le cas des RI, un examen clinique et dermatologique tous les 2 ans, associé à des examens complémentaires (examen hématologique et/ou radiographie pulmonaire et/ou radiographies osseuses). Elle est réalisée par le médecin traitant choisi par le salarié et financée par la caisse primaire d'assurance maladie ou l'organisation spéciale de sécurité sociale, les dépenses étant imputées sur le fonds d'action sanitaire et sociale.

Cas particulier de la femme enceinte ou allaitante

Le médecin du travail a un rôle fondamental auprès du personnel féminin. Il informe les femmes en âge de procréer des risques d'une irradiation in utero et les incite à lui signaler leur grossesse le plus tôt possible, afin que les mesures permettant de réduire l'exposition de l'enfant à naître (cf. fiche "Grossesse et Rayonnements Ionisants") puissent être prises à temps. Les femmes allaitantes ne doivent pas être affectées ou maintenues à des postes de travail comportant un risque d'exposition interne.

Fiche n° 5 Grossesse et exposition professionnelle aux rayonnements ionisants

I. Dispositions générales de protection de la femme enceinte au travail

Le Code du travail intègre un ensemble de mesures visant à protéger la femme enceinte dans le cadre de son activité professionnelle :

- Elle peut bénéficier d'aménagements de son poste de travail ou de ses conditions de travail (telles que horaires, port de charges, station debout), voire d'une affectation temporaire à un autre emploi.

- Cette affectation temporaire à un autre emploi peut survenir à l'initiative de la salariée ou à celle de l'employeur, si l'état de santé médicalement constaté de la salariée l'exige ; si l'initiative vient de l'employeur ou en cas de désaccord entre l'employeur et la salariée, l'avis d'aptitude du médecin du travail est requis ; cette affectation, dont la durée ne peut excéder celle de la grossesse et qui prend fin dès que l'état de santé de la salariée lui permet de retrouver son emploi initial, ne doit entraîner aucune diminution de rémunération ; l'affectation dans un autre établissement est subordonnée à l'accord de l'intéressée (L122-25-1).

- La femme enceinte ne peut être affectée ou maintenue à certains postes de travail. Les travaux interdits sont listés dans le Code du travail (R122-9-1) ; il s'agit notamment des travaux exposant à des agents chimiques classés toxiques pour la reproduction, également interdits à la femme allaitante (R231-56-12). Dans le cas où l'employeur ne peut réaliser les aménagements ou changement de poste nécessaires pour éviter ces risques, le contrat de travail est suspendu jusqu'à la date du congé légal de maternité (et si nécessaire, après le retour du congé postnatal, sur une période n'excédant pas un mois) et la salariée bénéficie d'une garantie de rémunération (allocation journalière versée par la sécurité sociale et complément à la charge de l'employeur).

Il est à noter que les rayonnements ionisants ne font pas partie de la liste des travaux (R122-9-1) faisant l'objet de ces dispositions réglementaires.

- Elle bénéficie d'autorisation d'absence, sans baisse de rémunération, pour se rendre aux examens médicaux obligatoires de suivi de la grossesse et des suites de l'accouchement (L122-25-3).

- Elle a droit à des congés de maternité (L122-26).

- Son employeur ne peut résilier son contrat de travail (jusqu'à 4 semaines après la fin du congé maternité), sauf en cas de faute grave ou d'impossibilité de maintenir le contrat, pour un motif étranger à la grossesse (L122-25-2).

Le médecin du travail joue un rôle important auprès des femmes enceintes (cf fiche "médecin du travail") :

- Il informe les femmes en âge de procréer sur leurs risques professionnels et les sensibilise à la nécessité de signaler leur grossesse le plus précocement possible.

- Il est habilité à proposer à l'employeur un aménagement ou changement temporaire de poste.

- Il exerce une surveillance médicale renforcée des femmes enceintes (ainsi que dans les 6 mois qui suivent l'accouchement et pendant la durée de l'allaitement) et les revoit en visite de reprise au retour du congé maternité. Cette surveillance concerne la salariée et ses risques professionnels et non l'état de grossesse lui-même. Cependant, des liaisons peuvent être nécessaires entre le médecin du travail et le médecin traitant assurant le suivi de la grossesse, et ce par l'intermédiaire de la salariée.

II. Dispositions spécifiques concernant les rayonnements ionisants

- Les travailleurs doivent être informés des effets potentiellement néfastes de l'exposition aux rayonnements ionisants sur l'embryon, en particulier en début de grossesse, et sur le fœtus (cf fiche "effets biologiques des rayonnements ionisants et effets sur la santé") ; cette information doit sensibiliser les femmes à déclarer leur grossesse le plus tôt possible (R231-89).

- En cas de grossesse, les dispositions sont prises pour que l'exposition, dans son emploi, de la femme enceinte soit telle que l'exposition de l'enfant à naître, pendant le temps qui s'écoule entre la déclaration de la grossesse et le moment de l'accouchement, soit aussi faible que raisonnablement possible, et en tout état de cause en dessous de 1 mSv (R231-77.I)

- Les femmes enceintes ne peuvent être affectées à des travaux qui requièrent un classement en catégorie A (R231-88).

- Les femmes allaitant ne doivent pas être affectées ou maintenues à des postes de travail comportant un risque d'exposition interne (R231-77.II).

- Le médecin du travail conseille l'employeur quant à l'affectation des femmes enceintes, après étude de poste, en collaboration avec la personne compétente en radioprotection, et en tenant compte des résultats de la dosimétrie individuelle.

Fiche n° 6 Les acteurs institutionnels

Autorité de Sûreté Nucléaire/Inspection du travail/Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

I. Autorité de Sûreté Nucléaire

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), Autorité administrative indépendante créée par la loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN »), est chargée de contrôler les activités nucléaires civiles en France. Elle assure, au nom de l'État, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France pour protéger les travailleurs, les patients, le public et l'environnement des risques liés à l'utilisation du nucléaire. Elle contribue également à l'information des citoyens.

Par sûreté nucléaire, on entend l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des installations comportant une source de rayonnements ionisants, ainsi qu'au transport des matières radioactives, et destinées à prévenir les accidents et à en limiter les effets.

Par radioprotection, on entend l'ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes et les atteintes à l'environnement.

L'ASN dispose d'un collège de 5 commissaires qui définit la politique générale en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Elle est composée de 5 Directions centrales et 11 divisions régionales implantées dans les DRIRE. L'ASN s'appuie, sur le plan technique, sur l'expertise fournie par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

L'ASN est chargée :

- de préparer, mettre en œuvre et contrôler la réglementation technique relative à la sûreté des installations nucléaires de base ainsi que celle relative à la sûreté des transports de matières radioactives et fissiles à usage civil
- de préparer, mettre en œuvre et contrôler les mesures destinées à prévenir ou limiter les risques sanitaires liés à l'exposition aux rayonnements ionisants (élaboration de la réglementation technique); l'élaboration de la réglementation concernant la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants restant de la compétence du ministère du travail
- d'organiser les inspections dans les domaines de la sûreté des INB et du transport des matières radioactives et fissiles à usage civil en milieu industriel, médical et de la recherche
- d'organiser les inspections en matière de radioprotection, en harmonie avec celles réalisées par l'inspection du travail, vis-à-vis de la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants
- d'organiser la veille permanente en radioprotection notamment la surveillance radiologique de l'environnement sur l'ensemble du territoire
- de contrôler les rejets d'effluents gazeux et liquides et les déchets en provenance des installations nucléaires de base
- de proposer, coordonner, mettre en œuvre et contrôler la réglementation sur la gestion des déchets radioactifs
- de recueillir toutes informations sur les travaux de recherche et développement menés dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection
- de participer à la définition et à la mise en œuvre d'une organisation technique de crise en cas d'accident sur les installations nucléaires ou sur le transport de matières radioactives (téléphone vert ASN en cas d'urgence 24 heures/24 heures)
- de recueillir toutes informations dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et sur les mesures prises dans ce domaine en France ou à l'étranger et de diffuser ces informations aux administrations concernées
- de contribuer à l'information du public dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Fiche n° 6 Les acteurs institutionnels

Autorité de Sûreté Nucléaire/Inspection du travail/Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

II. Inspection du travail

L'inspection du travail se caractérise par sa dimension généraliste issue du droit du travail. Elle intervient dans des domaines aussi variés que les relations du travail, l'hygiène et la sécurité des travailleurs et les risques professionnels quels qu'ils soient. L'intervention de l'inspection du travail portant sur l'ensemble des risques professionnels, celle-ci aborde la prévention des risques professionnels dans sa globalité, sans omettre notamment les dimensions du travail liées à l'organisation du travail et au personnel (statut des salariés - CDI, CDD, intérimaires, jeunes travailleurs - qualification, compétences, formation...).

En matière de radioprotection, les inspecteurs et contrôleurs du travail sont chargés de veiller au respect des dispositions du décret du 31 mars 2003 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants (articles R231-73 et suivants du code du travail) et des arrêtés pris en application.

L'inspection du travail joue également un rôle d'accompagnement, de formation et de protection des institutions représentatives du personnel (notamment CHSCT/DP).

III. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

L'institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), créé par la loi sur l'AFSSE (agence française de sécurité sanitaire environnementale) puis par décret n° 2002-254 du 22 février 2002, est un établissement public industriel et commercial (EPIC), placé sous la tutelle conjointe des ministres chargés de la défense, de l'environnement, de l'industrie, de la recherche et de la santé.

Né de la fusion entre l'Institut de protection et de sûreté nucléaire (IPSN) et de l'office de protection contre les rayonnements ionisants (OPRI), l'IRSN rassemble plus de 1 500 experts et chercheurs compétents en sûreté nucléaire et radioprotection ainsi que dans le domaine du contrôle des matières nucléaires et sensibles.

L'IRSN réalise des recherches, des expertises et des travaux dans les domaines de la sûreté nucléaire, de la protection contre les rayonnements ionisants, du contrôle et de la protection des matières nucléaires, et de la protection contre les actes de malveillance. L'IRSN assure le soutien technique des expertises demandées par l'autorité de sûreté nucléaire.

Parmi les missions assurées par l'IRSN :

- gestion et centralisation des données dosimétriques (SISERI)
- rôle de conseil auprès des médecins du travail et des personnes compétentes en radioprotection
- rôle de veille permanente sur la radioprotection
- formation en radioprotection des professionnels de santé et des personnes professionnellement exposées
- mesure dosimétrique dans le cadre de la surveillance des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants (exposition interne et externe)
- rôle d'expert auprès des services de la direction des relations du travail (ministère du travail)

Fiche n° 7 Rayonnements ionisants : types, sources et modalités d'exposition

I. Les différents types de rayonnements ionisants

Les rayonnements ionisants (RI) sont constitués de particules ou de photons qui ont suffisamment d'énergie pour ioniser certains atomes d'une structure moléculaire en leur arrachant des électrons.

Une source de radioéléments est caractérisée par la nature du rayonnement émis, par son activité et par sa période en relation avec la décroissance radioactive (cf. fiche « Grandeurs physiques et unités en radioprotection »). Généralement un radioélément émet plusieurs types de rayonnement à la fois.

I.1. Rayonnement alpha

Il est constitué de particules chargées positivement comprenant 2 protons et 2 neutrons (noyau d'hélium). C'est un rayonnement directement et fortement ionisant et de faible pouvoir de pénétration (il parcourt quelques centimètres dans l'air). Il est arrêté par la couche cornée de la peau ou par une feuille de papier. Exemples d'émetteurs alpha : radon 222, uranium 235, uranium 238...

I.2. Rayonnement bêta

Il est constitué par des spectres d'électrons porteurs d'une charge électrique positive (positons (β^+) ou négative (β^-)). C'est un rayonnement directement ionisant et de pouvoir de pénétration limité (il parcourt quelques mètres dans l'air). Il est arrêté par une feuille d'aluminium ou par des matériaux de faible poids atomique (plexiglas...). Il ne pénètre pas en profondeur dans l'organisme. Exemples d'émetteurs bêta : césium 137, iridium 192, phosphore 32...

I.3. Rayonnements gamma et X

Ils sont constitués de photons énergétiques issus du noyau (gamma) ou des couches atomiques (X). Ce sont des rayonnements indirectement ionisants ayant un pouvoir de pénétration important (ils parcourent quelques centaines de mètres dans l'air et traversent les vêtements et le corps). Ils sont arrêtés ou atténués par des écrans protecteurs (épaisseur de béton, d'acier ou de plomb). Exemples d'émetteurs gamma : césium 137, iridium 192, technétium 99... Les rayons X, dans leurs applications médicales et industrielles sont produits par des générateurs électriques.

I.4. Rayonnement neutronique

Il est constitué de neutrons. C'est un rayonnement indirectement ionisant ayant un pouvoir de pénétration important (il parcourt quelques centaines de mètres dans l'air et traverse les vêtements et le corps). Il est arrêté par des écrans hydrogénés. Exemples d'émetteurs neutroniques : fission de l'uranium 235, accélérateurs de particules...

II. Les sources d'exposition humaine

II.1 Les expositions naturelles

Elles correspondent à la composante majoritaire de l'irradiation reçue par la population. L'exposition naturelle moyenne/habitant/an en France est de 2,4 mSv. Elle se répartit en :

- rayonnement cosmique qui provient de l'espace et augmente rapidement avec l'altitude (0,3 mSv/an au niveau de la mer puis doublement de la dose tous les 1500 m environ).

- rayonnement tellurique qui provient des radioéléments à vie longue présents dans l'écorce terrestre à des niveaux variables suivant les régions (uranium 238, uranium 235, thorium 232 et leurs descendants...) et constitue une source d'exposition externe et surtout interne avec notamment le radon et le potassium 40. Le radon diffuse dans l'air à partir du sol ou des matériaux de construction sous forme de gaz ou fixé à des particules d'aérosols. Le potassium 40 est présent dans l'eau de boisson ou les aliments.

II.2 Les expositions artificielles liées aux activités humaines

II.2.1 L'exposition médicale

L'exposition médicale moyenne/habitant/an en France est de 1,1 mSv, ce qui représente la quasi intégralité de l'exposition artificielle.

Fiche n° 7 Rayonnements ionisants : types, sources et modalités d'exposition

Les applications médicales des rayonnements ionisants

■ Le radiodiagnostic

Il fait appel aux rayons X dans le cadre de la radiologie conventionnelle, de la scannographie et de la radiologie interventionnelle. Cette dernière, nécessitant la présence d'un opérateur à proximité du patient afin d'exercer un contrôle sous scolie, permet également la réalisation de gestes thérapeutiques.

■ La radiothérapie

La radiothérapie externe : la source d'irradiation est à distance de la peau. Différentes techniques sont utilisées : accélérateurs de particules (rayons X de haute énergie ou des électrons), appareils de télécobalthérapie (rayons gamma), appareils de radiothérapie superficielle ou contactthérapie (rayons X).

La curiethérapie : les sources radioactives scellées (iridium 192, césium 137, iode 125) sont mises en place dans les tissus (curiethérapie interstitielle) ou dans des cavités naturelles (curiethérapie endocavitaire).

La radiothérapie interne et/ou métabolique : elle est mise en œuvre dans les services de médecine nucléaire et utilise des sources non scellées.

■ La médecine nucléaire

Elle utilise des radioéléments en sources non scellées à visée diagnostique ou thérapeutique.

• Le diagnostic

- La scintigraphie (gamma-caméras) utilisant des radiotraceurs choisis pour cibler spécifiquement une fonction biologique : iode 123 (exploration thyroïdienne), technétium 99m (exploration osseuse), thallium 201 (exploration cardiaque), xénon 133 (exploration pulmonaire).

- La tomographie par émission de positons (TEP) au FDG (18 fluoro-déoxyglucose) représentant une avancée technique récente dans la détection, le bilan et le suivi des lésions oncologiques.

- Les techniques de radio-analyses permettant la réalisation de divers dosages biologiques.

• La radiothérapie métabolique reposant sur l'effet destructeur des radioéléments utilisés à fortes doses (iode 131 et glande thyroïde).

11.2.2 L'exposition professionnelle

Elle résulte de l'utilisation des rayonnements ionisants dans différents secteurs. Il s'agit des applications industrielles, scientifiques et médicales, le secteur de la santé comptant le plus grand nombre de travailleurs potentiellement exposés.

L'exposition professionnelle peut également être liée à la radioactivité naturelle. C'est le cas, par exemple, du personnel naviguant des compagnies aériennes exposé aux rayonnements cosmiques, ou des mineurs exposés au radon.

Les principales applications industrielles des rayonnements ionisants

■ L'industrie électronucléaire.

■ L'industrie alimentaire dans la pratique de la radioconservation des aliments.

■ La radiographie industrielle pour le contrôle non destructif de la structure des matériaux afin de vérifier notamment l'état des soudures et le niveau de corrosion des pièces métalliques dans divers secteurs (métallurgie, pétrochimie, nucléaire, aéronautique, bâtiment et travaux publics...). Cette technique fait appel principalement à des sources de radioéléments émetteurs gamma, principalement iridium 192 ou cobalt 60 (gammagraphie), ou à des générateurs de rayons X.

■ Autres applications : ionisation des gaz (détecteurs incendie), applications énergétiques (batteries), traitements stérilisants, jauges à radio-isotopes pour le contrôle de niveau...

11.2.3 Les expositions accidentelles et militaires

Elles résultent des retombées des essais nucléaires aériens (césium 137, carbone 14, strontium 90...) et des accidents nucléaires (Three Mile Island 1979 : iode 131 et xénon 133 ; Tchernobyl 1986 : césium 137 et iode 131).

Fiche n° 7 Rayonnements ionisants : types, sources et modalités d'exposition

III. Les modalités d'exposition

Selon les circonstances, cette exposition peut être externe (avec ou sans contact cutané) ou interne (ingestion, inhalation ou pénétration cutanée de substances radioactives).

III.1. Exposition externe sans contact cutané

La source du rayonnement est située à distance de l'organisme (exposition globale ou localisée). L'irradiation est dans ce cas en rapport avec le pouvoir de pénétration dans le corps des divers rayonnements émis par la source. De ce fait, sont surtout à prendre en compte les rayonnements gamma, X et neutroniques. Les rayonnements bêta n'entraînent pas d'irradiation en profondeur du corps humain. Les rayonnements alpha ne peuvent en aucun cas entraîner d'exposition externe, car ils ne passent pas la barrière cutanée.

III.2. Contamination externe avec dépôt sur la peau de substance radioactive

Il y a irradiation par dépôt sur la peau de corps radioactifs. Par rapport au cas précédent, le contact cutané avec un radioélément peut induire une exposition interne par pénétration du radioélément à travers une peau altérée (plaie), plus rarement à travers une peau saine.

III.3. Exposition interne

Les substances radioactives ont pénétré dans l'organisme soit par inhalation (gaz, aérosols), par ingestion (objets ou mains contaminées portées à la bouche), par voie oculaire ou par voie percutanée (notamment à travers une peau lésée). Après pénétration dans l'organisme, les substances se répartissent sur des sites préférentiels dits organes cibles. L'exposition interne se poursuivra tant que la substance radioactive n'aura pas été éliminée naturellement (notion de période biologique) et que celle-ci continuera d'émettre des RI (notion de période physique). Les rayonnements alpha sont, dans ce cas, les plus dangereux pour la santé, car très ionisants, ils induisent des dommages importants dans la matière biologique environnante.

III.4. Modalités d'exposition en fonction de la nature des sources

- Appareils générateurs de rayons X

Ces appareils sont alimentés par un courant électrique et commandés par un interrupteur ; leur émission est donc discontinue et cesse dès l'arrêt du générateur. Il y a exclusivement un risque d'exposition externe.

- Sources scellées

Ces sources sont confinées dans des blindages dont elles ne sortent qu'au moment de la commande de sortie de source (curiethérapie, gammagraphie industrielle). Il y a exclusivement un risque d'exposition externe lors de la sortie de la source.

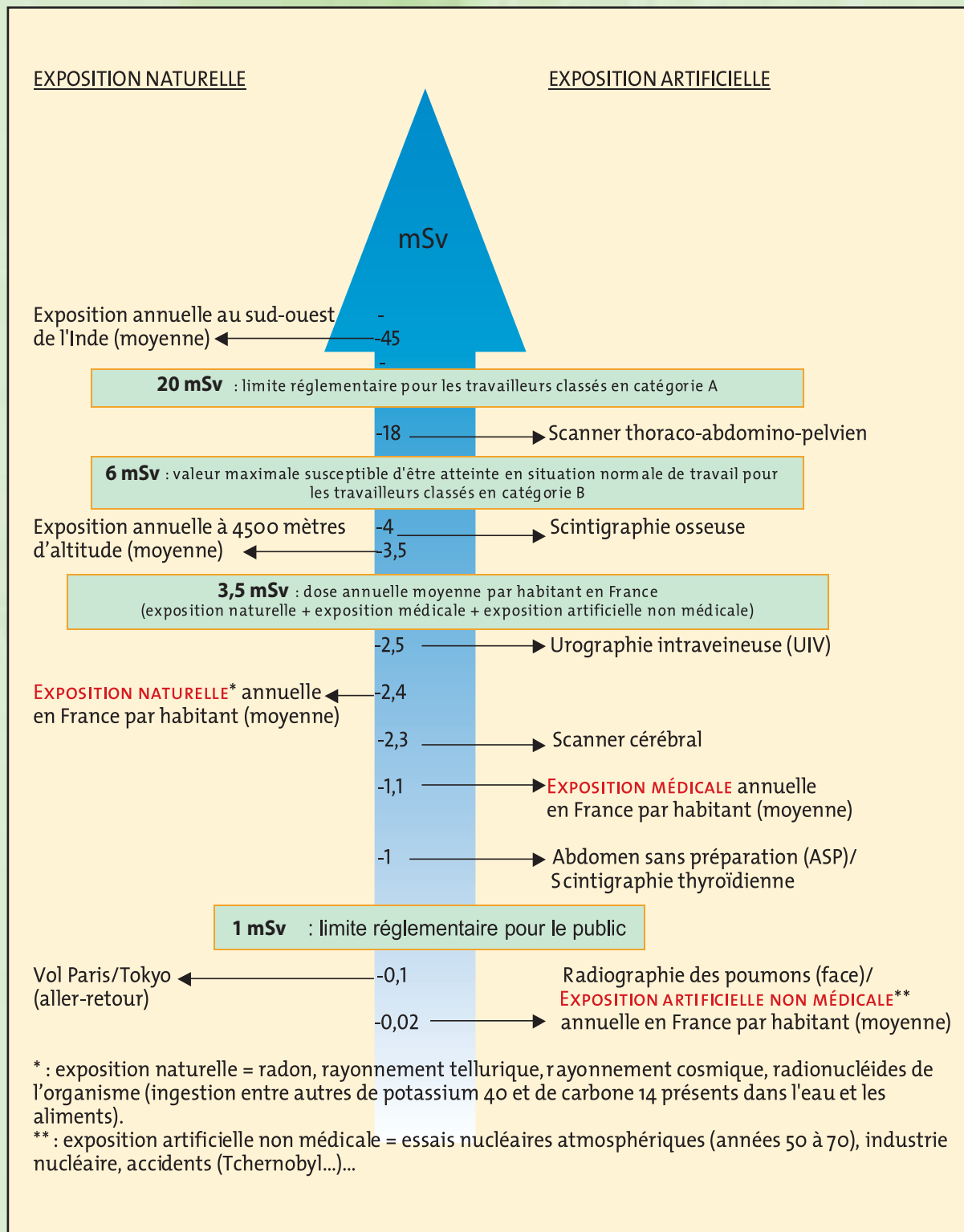
- Sources non scellées

Ces sources entraînent un risque d'exposition externe et interne et de contamination externe lorsque l'environnement de travail a été contaminé (sol, surfaces, air).

À noter qu'en médecine nucléaire, après l'injection d'un radionucléide à un patient, ce dernier devient une source susceptible d'entraîner une exposition externe de l'entourage.

Fiche n° 7 Rayonnements ionisants : types, sources et modalités d'exposition

Quelques repères d'exposition aux rayonnements ionisants



Fiche n° 8 Grandeurs physiques et unités en radioprotection

I. Grandeurs physiques liées à la source de rayonnements ionisants

Cas d'une source		
Activité d'un corps radioactif (A)	Becquerel (Bq)	Le becquerel (Bq) équivaut à une transformation ou désintégration nucléaire par seconde : 1Bq = 1 désintégration par seconde Conversion entre le becquerel et l'ancienne unité, le curie (Ci) 1 Ci = 37 GBq et 1TBq = 27 Ci
Période (T)	Temps (s)	La période physique (T) est le temps au bout duquel l'activité initiale de la source (Ao) a diminué de moitié : 1T → Ao/2 2T → Ao/4 3T → Ao/8...
Cas du générateur de rayonnements X		
Haute tension (HT)	Volt (V)	La haute tension s'exprime en kilovolts (kV) et représente la tension d'accélération des électrons produisant le rayonnement de freinage X ; cette tension représente l'énergie maximale des rayons X et leur pouvoir pénétrant. Si la haute tension est élevée, les rayonnements seront très énergétiques et pénétrants, et on les qualifie de rayonnements « durs ».
Intensité (I)	Ampère (A)	L'intensité du courant de haute tension s'exprime en milliampère (mA). Si l'intensité augmente, le flux de rayonnements X augmente et la dose s'accroît.

II. Grandeurs physiques liées au milieu traversé par les rayonnements ionisants

Énergie de rayonnement (E)	Joule (J)	Unité spécifique : l'électronvolt (eV)
Dose absorbée (D)	Gray (Gy)	La dose absorbée est l'énergie absorbée par unité de masse du milieu traversé (matière) L'unité de dose absorbée est le gray (Gy). Un gray équivaut à l'absorption d'énergie de 1 joule par kilogramme de matière. Dose (Gy) = Énergie (Joule)/ masse (Kg) Conversion entre le gray et l'ancienne unité le rad : 1 rad = 1 cGy ou 1Gy = 100 rad
Débit de dose absorbée	Gy/s	

Fiche n° 8 Grandeurs physiques et unités en radioprotection

III. Grandeurs opérationnelles

Ces grandeurs, relatives à l'énergie qui traverse un milieu ou un tissu vivant, permettent d'apprécier globalement les effets sur l'homme des irradiations (grandeurs de risque).

Dose équivalente à l'organe ou tissu T ($H_{T,R}$)	Sievert (Sv)	<p>La dose équivalente ($H_{T,R}$) est la dose absorbée par le tissu ou l'organe ($D_{T,R}$) pondérée par un facteur W_R qui tient compte du type et de la qualité du rayonnement. Elle est donnée par la formule :</p> $H_{T,R} = \sum_R D_{T,R} \times W_R$ <p>L'unité de la dose équivalente est le sievert (Sv). Le facteur de pondération (W_R) est égal :</p> <ul style="list-style-type: none"> • à 1, pour les rayonnements e^-, β, γ, X • à 20 pour les rayonnements α, les ions lourds <p>Conversion entre le Sv et l'ancienne unité le rem : 1 rem = 10 Sv ; 1 Sv = 100 rem</p>
Débit de dose équivalente	Sv/s	
Dose efficace (E)	Sievert (Sv)	<p>Pour prendre en compte le risque total résultant de l'exposition de plusieurs organes ou tissus de radiosensibilité différente, la CIIPR (Commission Internationale de Protection Radiologique) a introduit, en 1990, le concept de dose efficace.</p> <p>La dose efficace (E) est la somme des doses équivalentes reçues au niveau de tous les organes ou tissus exposés et représente une dose à l'organisme entier et non plus à un organe (exposition externe + exposition interne). Chaque dose équivalente au niveau d'un organe ou d'un tissu est pondérée par un facteur de pondération tissulaire (W_T), tenant compte de la radiosensibilité propre du tissu ou de l'organe considéré.</p> $E = \sum_T W_T \times H_{T,R}$ <p>Le facteur de pondération tissulaire (W_T) représente le rapport de la probabilité d'effets aléatoires (stochastiques) au niveau d'un organe ou d'un tissu, résultant de sa radioexposition, à la probabilité totale d'effets aléatoires d'une radioexposition uniforme de l'organisme entier.</p> <p>Quelques valeurs du facteur de pondération tissulaire (W_T) selon la CIIPR, rapport n° 60 : 0,20 (pour les gonades) ; 0,12 (pour la moelle osseuse rouge) ; 0,05 (pour la thyroïde) ; 0,01 (pour la peau)...</p> <p>En cas d'exposition interne provoquée par un radionucléide, ou un mélange de radionucléides, les valeurs et corrélations indiquées dans les annexes de l'arrêté du 01/09/2003 sont utilisées pour estimer les doses efficaces.</p>
Débit de dose efficace	(Sv/s)	

N.b. : l'équivalent de dose (H), exprimé en Sv et défini par la CIIPR (Commission Internationale pour les Unités et la mesure des Rayonnements) est une grandeur physique utilisée uniquement pour l'établissement des dosimètres (grandeur opérationnelle) afin d'estimer la dose équivalente ou la dose efficace et de respecter les limites réglementaires.

La dose absorbée (D) dans un récepteur équivalent au tissu en un point donné est pondérée par le facteur de qualité du rayonnement Q(L), L étant le transfert linéique d'énergie représentant la distribution physique de l'énergie dans les tissus à l'échelle microdosimétrique : $H = D \cdot Q(L)$

Sur certaines fiches d'exposition professionnelle, apparaissent les équivalents de dose suivants, mesurés par les dosimètres : l'équivalent de dose ambiant $H^*(10)$ et l'équivalent de dose directionnel $H'(0,07)$ pour la dosimétrie d'ambiance ou de zone, l'équivalent de dose individuel $H_p(10)$ ou $H_p(0,07)$ pour la dosimétrie individuelle. Ces grandeurs sont des estimateurs majorants de la dose efficace corps entier ou de la dose équivalente (à la peau, mains, pieds...) mesurés dans un récepteur donné (fantôme) à une profondeur de référence (10 mm ou 0,07 mm). Les limites dosimétriques de la radioprotection s'appliquent à ces grandeurs opérationnelles de substitution pour la radioprotection de terrain en vertu du principe de précaution.

Fiche n°9 Surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants

Toute personne susceptible d'être exposée professionnellement aux rayonnements ionisants fait l'objet d'une surveillance dosimétrique (décret n° 2003-296 du 31 mars 2003, arrêté du 30 décembre 2004).

I. Dosimétrie externe

I.1 Dosimétrie passive

Constitue la mesure de référence pour vérifier le respect des valeurs limites en ce qui concerne l'exposition externe. En cas de discordance entre les résultats de la dosimétrie passive et de la dosimétrie opérationnelle, le médecin du travail détermine la dose reçue en ayant recours, si nécessaire, à l'IRSN.

■ Dosimètre "poitrine"

- Il est obligatoire pour tout le personnel exposé (catégories A et B).
- Il se porte au niveau de la poitrine, ou en cas d'impossibilité à la ceinture, sous les protections (tablier de plomb), pendant toute la durée du travail.
- Il se range en fin de journée de travail dans un emplacement prévu à cet effet, placé à l'abri de toute source de rayonnement, de chaleur et d'humidité.
- Il est envoyé à l'organisme chargé de la dosimétrie passive (IRSN ou autre organisme agréé) tous les mois, voire, pour les catégories B seulement, tous les trimestres. Les résultats de mesure sont exprimés en mSv dans la grandeur opérationnelle Hp(10) pour estimer la dose efficace corps entier (en profondeur) ou Hp(0,07) pour estimer la dose équivalente à la peau (couche superficielle).
- Les résultats sont envoyés, sous forme individuelle et nominative, au médecin du travail qui les communique aux salariés.
- Les résultats sont centralisés par l'IRSN dans la base de données SISERI (système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants).
- Parmi les limites de la dosimétrie passive citons :
 - Résultats différés
 - Manque de sensibilité à certains types de rayonnements, d'où la nécessité, dans certaines situations, d'employer des dosimètres complémentaires, notamment pour la dosimétrie des neutrons
 - Seuil d'enregistrement de la dose : 0,10 mSv (0,20 mSv toléré jusqu'à fin 2007)

■ Dosimètres supplémentaires

Selon les résultats de l'évaluation des risques et les circonstances d'exposition notamment lorsque celle-ci est inhomogène, le port de dosimètres supplémentaires (poignet, main, doigt, tête, pied, abdomen, etc...) permet d'évaluer les doses équivalentes à certains organes ou tissus et de contrôler le respect des valeurs limites réglementaires.

I.2. Dosimétrie active dite opérationnelle ou en temps réel

- Elle est obligatoire pour tout travailleur entrant en zone contrôlée.
- Elle mesure en temps réel l'exposition (débit de dose et dose cumulée durant l'opération), exprimée dans les grandeurs opérationnelles Hp(10) ou Hp(0,07) précédemment définies ; seuil d'enregistrement de la dose : 0,01 mSv.
- Le recueil et la gestion des résultats de la dosimétrie active sont assurés par la personne compétente en radioprotection (PCR) à chaque sortie de zone contrôlée ou en fin de poste.
- Les résultats sont communiqués, sous leur forme nominative, par la PCR au salarié, à l'IRSN, au médecin du travail.
- Les résultats sont centralisés par l'IRSN dans la base de données SISERI.

II. Dosimétrie interne

Concerne les salariés manipulant des sources non scellées, donc soumis à un risque d'exposition interne. Cette surveillance fait l'objet de prescriptions du médecin du travail, ce dernier déterminant le type et la périodicité des analyses en fonction de la nature de l'exposition et des caractéristiques (nature, période, activité) des radioéléments. Ces examens peuvent être demandés en urgence lors d'une contamination accidentelle. Les mesures et la restitution des résultats sont individuelles et nominatives.

Fiche n°9 Surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants

Deux techniques complémentaires sont préconisées en cas de contamination interne :

■ La radiotoxicologie

- Mesures radiochimiques réalisées sur les excréta (urines le plus souvent, selles dans certains cas)
- Résultats exprimés en Bq/l ou Bq/j

■ L'anthroporadiamétrie

- Mesure des radionucléides incorporés en détectant, à l'extérieur de l'organisme, les rayonnements X et γ qu'ils émettent
- Obtention d'un spectre dont l'énergie des pics identifie le ou les radionucléides présents
- Détermination, à un moment donné, de l'activité totale présente dans le corps entier, dans des organes spécifiques ou dans des blessures
- Résultats exprimés en Bq

III. Contrôles techniques d'ambiance

Afin de permettre l'évaluation de l'exposition externe et interne, le chef d'établissement fait procéder à des contrôles techniques d'ambiance.

Ces contrôles sont effectués par le service compétent ou la PCR ou par un organisme agréé. Si ces contrôles ne sont pas continus, ils doivent être réalisés au moins une fois par mois. Au moins une fois par an, ils sont effectués par un organisme agréé.

Ces contrôles comprennent :

- En cas de risque d'exposition externe : la mesure des débits de dose externe avec l'indication des caractéristiques des rayonnements en cause.
- En cas de risque d'exposition interne : la mesure de la concentration de l'activité dans l'air et de la contamination des surfaces (telles que sols, murs, plans de travail) avec l'indication des caractéristiques des substances radioactives présentes.

Les résultats des contrôles sont consignés dans le document unique, que doit établir l'employeur après avoir procédé à l'évaluation des risques dans son établissement.

Valeurs limites réglementaires annuelles Décret 2003-296 du 31 mars 2003 pour les travailleurs Décret 2001-215 du 8 mars 2001 pour le public

	TRAVAILLEURS CATEGORIE		FEMMES ENCEINTES **	JEU NES TRAVAILLEURS 16-18 ANS ***	PUBLIC
	A	B*			
Dose efficace corps entier (mSv)	20	6	<1**	6	1
Dose équivalente mains, pieds, chevilles, avant-bras (mSv)	500	150		150	-
Dose équivalente sur tout cm ² de peau (mSv)	500	150		150	50
Dose équivalente cristallin (mSv)	150	45		50	15

* pour les travailleurs de catégorie B, les valeurs indiquées dans le tableau ne sont pas des valeurs limites mais des valeurs susceptibles d'être atteintes ; au-delà de ces valeurs, l'exposition requiert un classement en catégorie A

** l'exposition de l'enfant à naître, entre la déclaration de la grossesse et l'accouchement, doit être aussi faible que raisonnablement possible, en tout état de cause en dessous de 1 mSv

*** jeunes travailleurs autorisés à être occupés à des travaux exposant aux rayonnements ionisants pour les besoins de leur formation

Fiche n° 10 Effets biologiques des rayonnements ionisants et effets sur la santé

Les rayonnements ionisants (RI) ont la capacité d'ioniser la matière c'est-à-dire d'arracher des électrons aux atomes constitutifs des molécules. Ces lésions moléculaires vont avoir des conséquences au niveau des cellules qui les contiennent. Les tissus constitués par ces cellules vont alors être le siège d'altérations qui vont se traduire par des effets sur la santé.

I. Les effets moléculaires

Toutes les molécules de l'organisme peuvent être altérées par les RI. Deux molécules revêtent toutefois une importance particulière : la molécule d'eau (H₂O), parce qu'elle est la plus fortement représentée (70 % du poids du corps) et la molécule d'ADN, parce que, condensée sous forme de chromosomes dans chacune de nos cellules, elle est le support de l'information génétique. La décomposition de la molécule d'eau sous l'effet des RI est elle-même de nature à provoquer des altérations de l'ADN par l'intermédiaire de molécules très réactives (radicaux libres).

Les RI ont ainsi la propriété de créer directement ou indirectement diverses lésions de l'ADN, dont la plus importante est la cassure des deux brins de la molécule. La grande majorité des lésions radio-induites sont réparées efficacement par les systèmes de réparation de l'ADN présents dans chaque cellule. Il faut savoir que ces systèmes de réparation sont sans cesse en activité car les cellules sont le siège chaque jour de plusieurs milliers de lésions de l'ADN survenant spontanément ou sous l'effet de l'environnement. Certaines lésions peuvent toutefois être mal ou non réparées, ce qui aboutit à la survenue d'une mutation, c'est-à-dire une altération stable du génome transmissible à la descendance cellulaire.

II. Les effets cellulaires et tissulaires

Il y a trois possibilités pour la cellule irradiée dont l'ADN a été lésé :

- l'ADN est réparé efficacement et la cellule continue à vivre normalement ;
- la cellule meurt de façon immédiate ou différée (après une ou quelques divisions cellulaires) ;
- la cellule survit mais en étant porteuse d'une mutation.

Le phénomène de mort cellulaire est à l'origine des effets déterministes (ou obligatoires) des RI ; il s'agit d'effets tissulaires qui s'expriment lorsqu'un nombre suffisant de cellules est détruit au sein d'un tissu donné.

La survie de cellules "mutées" est préoccupante car elle peut être à l'origine de la survenue d'effets stochastiques (ou aléatoires), ce terme regroupant les cancers et les effets héréditaires. En effet, certaines mutations, notamment celles touchant des gènes critiques impliqués dans la cancérogenèse, peuvent constituer le point de départ de la transformation d'une cellule normale en une cellule cancéreuse qui va acquérir des capacités de prolifération incontrôlées. La survenue d'un cancer reste toutefois l'aboutissement d'un processus long, complexe et plurifactoriel, qui ne peut se réduire à cette étape de mutation initiale et qui nécessite que les multiples mécanismes de défense de la cellule et de l'organisme soient mis en échec.

III. Les effets sur la santé

Les RI sont susceptibles d'entraîner des effets graves sur la santé, à court, moyen ou long terme. Ces effets sont classés en deux groupes, selon le type de réponse cellulaire : les effets déterministes (ou obligatoires) et les effets stochastiques (ou aléatoires).

III.1. Les effets déterministes (ou obligatoires)

Ils sont liés à la mort cellulaire et apparaissent à partir d'une dose seuil qui correspond à une certaine proportion de cellules tuées au sein d'un tissu ou d'un organe. Ce seuil est différent d'un tissu à l'autre et selon le type d'irradiation, aiguë ou chronique ; il est d'autant plus bas qu'il s'agit d'un tissu dont les cellules se renouvellent rapidement. Ces effets sont dits obligatoires, car ils sont observés chez tous les individus ayant reçu une dose supérieure à cette dose seuil. Ils surviennent rapidement après une exposition aiguë à fortes doses mais peuvent mettre relativement longtemps à apparaître en cas d'exposition prolongée à des doses plus faibles, le temps nécessaire à ce que la dose seuil soit atteinte. Leur gravité augmente avec la dose et ils peuvent être réversibles, dans un délai variable, après l'arrêt de l'exposition.

Fiche n° 10 Effets biologiques des rayonnements ionisants et effets sur la santé

Valeurs de dose seuil établies pour une irradiation unique, par des rayonnements X ou γ , à débit de dose élevé ; ces seuils sont plus élevés en cas d'irradiation fractionnée ou délivrée à plus faible débit de dose.

Zone irradiée	Effet	Dose (seuil d'apparition)
Peau	<ul style="list-style-type: none"> érythème (type coup de soleil) brûlure (nécrose) 	<ul style="list-style-type: none"> 1 Gy à quelques Gy 10 Gy
Testicules	<ul style="list-style-type: none"> stérilité définitive stérilité transitoire 	<ul style="list-style-type: none"> 6 Gy 1 à 2 Gy
Ovaires	<ul style="list-style-type: none"> stérilité 	<ul style="list-style-type: none"> 6 à 12 Gy
Œil	<ul style="list-style-type: none"> cataracte (opacité du cristallin) 	<ul style="list-style-type: none"> 10 Gy
Corps entier	<ul style="list-style-type: none"> baisse du nombre de cellules sanguines par atteinte de la moelle osseuse décès dans 50% des cas (en l'absence de traitement) par atteinte de la moelle osseuse atteintes digestives (perforations, hémorragies) 	<ul style="list-style-type: none"> 0,25 à 0,5 Gy 4 à 5 Gy 10 Gy

Source : d'après P. Gaille et R. Paulin (Biophysique - Radiobiologie - Radiopathologie Masson 1997)

III.2. Les effets aléatoires (ou stochastiques)

Ils sont liés à des mutations et regroupent les cancers radio-induits et les effets héréditaires. On parle d'effets héréditaires quand les mutations siègent au niveau des cellules de la reproduction et peuvent donc se transmettre à la descendance de l'individu. Ces effets sont tardifs et peuvent même apparaître alors que l'exposition a cessé depuis plusieurs années voire dizaines d'années. Ils sont dits aléatoires car, pour un même niveau de dose, ils n'apparaissent que chez une faible proportion d'individus. Plus la dose est élevée, plus la proportion de sujets atteints est grande. Ces effets sont dits « sans seuil », car il n'est pas retenu à ce jour, par précaution, de dose seuil en dessous de laquelle le risque serait nul. Toutefois, les études épidémiologiques (suivi de populations humaines irradiées) n'ont mis en évidence ces effets cancérigènes que pour des doses supérieures à 100-200 mSv ; quant aux effets héréditaires, aucune des études menées à ce jour n'a permis de les observer chez l'homme. Divers types de cancers peuvent être radio-induits mais ce sont les leucémies qui sont les plus fréquentes en raison de la sensibilité particulière de la moelle osseuse. En l'état actuel des connaissances, les analyses microscopiques ne permettent pas de différencier un cancer radio-induit d'un cancer d'une autre origine. La gravité du cancer n'est pas liée à la dose de RI reçue mais au type de cancer et à son stade d'évolution au moment du diagnostic.

III.3. Cas particulier des irradiations in utero (effets tératogènes)

Les RI sont susceptibles d'entraîner, chez l'enfant à naître irradié in utero, différents types d'effets qui sont variables selon la dose d'irradiation et le stade de la grossesse. Il peut s'agir, pour des doses élevées, de mort intra-utérine, de malformations congénitales, de troubles de la croissance ou de retard mental. Le risque cancérigène est également présent, notamment en fin de grossesse.

On admet généralement que le risque d'une irradiation de l'embryon ou du fœtus est négligeable pour une dose inférieure ou égale à 100 mSv, ce niveau de dose étant 100 fois plus élevé que la limite réglementaire de 1 mSv pour la femme enceinte.

IV. Conclusion

Le respect des limites réglementaires de doses doit permettre d'éviter la survenue d'effets déterministes et de limiter le risque d'effets stochastiques, d'où l'importance de l'optimisation de la radioprotection visant à maintenir les doses à un niveau aussi bas que possible, en dessous des limites réglementaires.

Fiche n° 11 Accident du travail, maladie professionnelle

Les expositions aux rayonnements ionisants (RI) peuvent relever de l'accident du travail ou de la maladie professionnelle (tableau 6 du régime général et 20 du régime agricole - 26 juin 1984)

Désignation des maladies	Délai de prise en charge	Liste indicative des travaux
Anémie, leucopénie, thrombopénie ou syndrome hémorragique consécutifs à une irradiation aiguë	30 jours	Tous travaux exposant à l'action des rayons x ou des substances radioactives naturelles ou artificielles ou à toute autre source d'émission corpusculaire, notamment :
Anémie, leucopénie, thrombopénie ou syndrome hémorragique consécutifs à une irradiation chronique	1 an	Extraction et traitement des minerais radioactifs ;
Blépharite ou conjonctivite	7 jours	Préparation des substances radioactives ;
Kératite	1 an	Préparations de produits chimiques et pharmaceutiques radioactifs
Cataracte	10 ans	Préparation et application de produits lumineux radifères
Radiodermites aiguës	60 jours	Recherches ou mesures sur les substances radioactives et les rayons x dans les laboratoires
Radiodermites chroniques	10 ans	Fabrication d'appareils pour radiothérapie et d'appareils à rayons x
Radioépithélites aiguës des muqueuses	60 jours	Travaux exposant les travailleurs aux rayonnements dans les hôpitaux, les sanatoriums, les cliniques, les dispensaires, les cabinets médicaux, les cabinets dentaires et radiologiques, dans les maisons de santé et les centres anti-cancéreux ;
Radiolésions chroniques des muqueuses	5 ans	Travaux dans toutes les industries ou commerces utilisant les rayons x, les substances ou dispositifs émettant les rayonnements indiqués ci-dessus.
Radio nécrose osseuse	30 ans	
Leucémies	30 ans	
Cancer bronchopulmonaire primitif par inhalation	30 ans	
Sarcome osseux	50 ans	

I. L'accident du travail/accident de service

I.1. Le régime général

Est considéré comme accident du travail (AT), quelle qu'en soit la cause, l'accident survenu par le fait ou à l'occasion du travail à toute personne salariée ou travaillant, à quelque titre que ce soit, pour un ou plusieurs employeurs ou chefs d'entreprise. (art L411-1 code sécurité sociale). L'AT est déclaré par le salarié à son employeur qui le déclare à la CPAM sous 48 heures. Sont également considérés comme AT, les accidents de trajets lorsque la victime ou ses ayants droit apportent la confirmation de certaines conditions (art L411-2 Code Sécurité Sociale).

Dans le domaine des RI doit être déclaré en AT toute sur exposition entraînant des lésions de l'organisme humain d'ordre physique, biologique ou psychologique.

I.2. La fonction publique

L'accident de service, accident survenu dans l'exercice des fonctions de l'agent, doit résulter par origine ou aggravation, d'un fait précis et déterminé de service qui doit être démontré. L'agent doit effectuer une déclaration des circonstances de l'accident au directeur de l'établissement. Il doit apporter la preuve qu'il existe un lien de causalité entre l'accident et le service (la présomption d'imputabilité du système général de la sécurité sociale n'existe pas pour les agents titulaires). Il n'y a pas de délai réglementaire durant lequel un agent peut demander la reconnaissance de l'imputabilité au service d'un accident, une déclaration la plus proche possible de l'accident est souhaitable. L'avis d'imputabilité est demandé à la commission de réforme par l'administration hospitalière. La commission de réforme fixera aussi les conditions de reprise du travail suite à un arrêt maladie pour accident imputable au service.

II. La maladie professionnelle indemnisable (MPI)

C'est la conséquence de l'exposition plus ou moins prolongée à un risque qui existe lors de l'exercice habituel du travail. La relation de cause à effet est souvent difficile à préciser et le droit à réparation se fonde alors sur un certain nombre de conditions médicales, techniques et administratives qui doivent être obligatoirement remplies pour que la maladie soit reconnue comme professionnelle. Cette présomption d'origine professionnelle est implicitement reconnue pour les maladies figurant dans des tableaux de maladie professionnelle du régime général et du régime agricole. Toute personne qui remplit alors les conditions de symptomatologie (1^{re} colonne), de délai de prise en charge (2^e colonne : délai maximal entre la cessation d'exposition au risque et la première constatation médicale) et de travaux l'exposant au risque (3^e colonne) sera pris en charge en maladie professionnelle.

III. Le système complémentaire de reconnaissance des maladies professionnelles

Sont exclues du système de réparation des maladies professionnelles les affections non inscrites dans un tableau ou pour lesquelles toutes les conditions médico-légales définies par le tableau ne sont pas remplies. La loi 93-121 du 27/01/93 a institué une nouvelle procédure de reconnaissance du caractère professionnel des maladies. Pour les RI, pourraient être ainsi concernées :

Fiche n° 11 Accident du travail, maladie professionnelle

- Les atteintes figurant dans le tableau mais pour lesquelles le délai de prise en charge est dépassé.
- Les atteintes ne figurant pas dans le tableau et entraînant le décès ou une incapacité permanente partielle (IPP) d'au moins 25 %.

Dans ces deux cas la présomption d'origine tombe et l'origine professionnelle devra être établie par le comité régional de reconnaissance des maladies professionnelles (CRRMP).

IV. La procédure de reconnaissance de la maladie professionnelle

La déclaration de maladie professionnelle doit être faite par la victime ou ses ayants-droit (cerfa 60-3950) à la caisse primaire d'assurance maladie ou à la caisse de mutualité sociale agricole. Cette déclaration doit être accompagnée du certificat initial descriptif (cerfa 1138*01) établi par tout médecin. La caisse ouvre alors une enquête administrative et médicale et informe l'employeur, l'inspecteur du travail et le médecin du travail à qui elle demandera son avis sur le cas. Elle instruit la demande de reconnaissance en 3 mois. Un délai supplémentaire de 3 mois est possible en cas de recours au CRRMP. Sa décision peut être contestée par voie de contentieux général.

Dans le cas du système complémentaire de reconnaissance, la caisse doit constituer un dossier qu'elle transmet au CRRMP. Ce dossier doit comporter :

- demande motivée de la victime ou de ses ayants droit
- certificat médical
- avis motivé du médecin du travail
- rapport de l'employeur décrivant le poste de travail
- rapport du service médical de la caisse comportant un taux d'IPP fixé par le médecin conseil d'au moins 25 %.

Ce comité composé du médecin conseil régional de la sécurité sociale ou de la mutualité sociale agricole, du médecin inspecteur régional du travail et d'un praticien hospitalier qualifié rend un avis motivé dans les 4 mois qui s'impose à la caisse qui le notifie à la victime et à l'employeur.

V. Réparation des maladies professionnelles indemnifiables et des accidents du travail

Le salarié victime d'une MPI ou d'un AT perçoit des prestations en nature (gratuité des soins) et en espèces (indemnités journalières en cas d'arrêt de travail) jusqu'à la consolidation ou la guérison. Lorsque le certificat médical final est fourni, et s'il persiste des séquelles, le médecin conseil fixera un taux d'IPP qui donne droit au versement d'une rente ou d'un capital selon le taux.

La victime bénéficie également de mesures de protection de son emploi pendant toute la durée de l'arrêt de travail et ainsi qu'à la reprise du travail s'il y a inaptitude médicale à l'ancien poste et nécessité de reclassement au sein de l'entreprise.

Cas particulier de la fonction publique

Pour les fonctionnaires de l'état, territoriaux et hospitaliers, les textes ne font pas référence au système des maladies professionnelles du code de la sécurité sociale. Néanmoins, les commissions de réforme qui doivent se prononcer sur l'imputabilité au travail d'une affection contractée ou aggravée en service, se réfèrent généralement aux tableaux même si l'utilisation n'en est pas limitative. Le fonctionnaire victime d'un accident ou d'une maladie imputable au service fait parvenir à l'autorité administrative compétente une déclaration d'accident ou de maladie imputable au service et un certificat médical d'un médecin alléguant l'imputabilité au service de l'accident ou de la maladie. La commission départementale de réforme, composée des médecins du comité médical, de représentants administratifs et de représentants du personnel, est saisie et donne un avis. Elle peut s'entourer de l'avis d'un médecin agréé. Le médecin du travail, informé par la commission de réforme de la date de la commission, doit apporter les éléments pertinents permettant à la commission de réforme de rendre un avis éclairé sur l'imputabilité. Il peut assister à titre consultatif à la réunion de la commission de réforme. À l'issue de cette reconnaissance, le fonctionnaire pourra bénéficier d'une reprise à mi-temps thérapeutique, d'un aménagement de poste, d'un reclassement, d'une mise à la retraite pour invalidité si une inaptitude définitive est constatée par la commission de réforme à l'issue du congé maladie octroyé.

Fiche n° 12 Délimitation et signalisation des zones

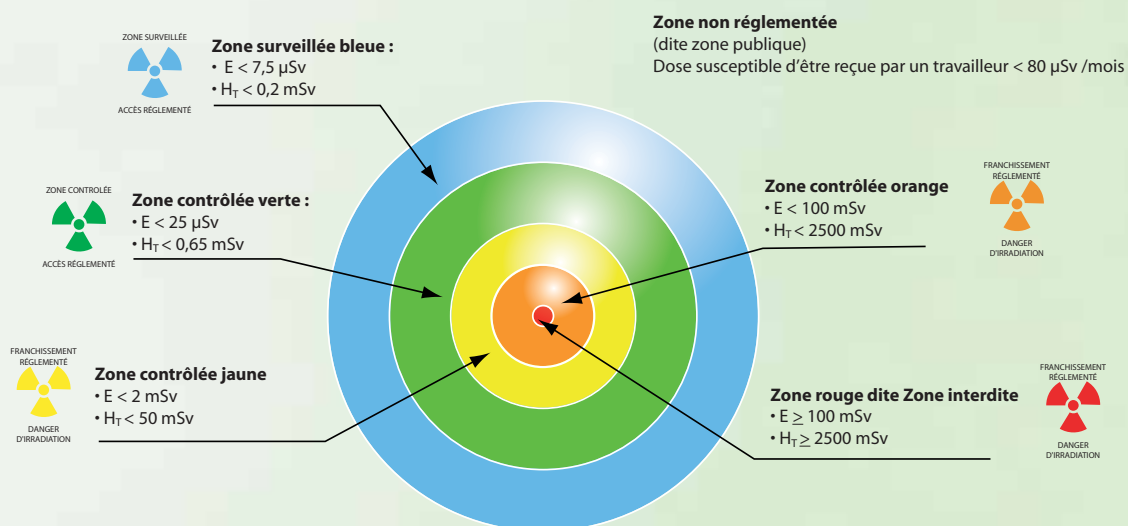
La zone publique correspond à l'espace dans lequel les personnes sont susceptibles d'être exposées à une dose efficace ne dépassant pas 1 mSv par an (R1333-8 section I du code de la santé publique).

La délimitation de zones de travail autour de toute source de rayonnement ionisants est obligatoire (R 231-81).

- La zone surveillée correspond à l'espace de travail dans lequel les travailleurs sont susceptibles d'être exposés, dans des conditions normales de travail, à une dose efficace supérieure à 1 mSv par an ou à une dose équivalente dépassant le 1/10^e des limites annuelles réglementaires.
- La zone contrôlée correspond à l'espace de travail autour de la source dans lequel les travailleurs sont susceptibles d'être exposés, dans des conditions normales de travail, à une dose efficace supérieure à 6 mSv par an ou à une dose équivalente dépassant les 3/10^{es} des limites annuelles réglementaires.

À l'intérieur de la zone contrôlée, il peut y avoir des zones spécialement réglementées, soumises à d'autres règles d'accès voire des interdictions d'accès (par risque d'exposition croissant : zone jaune, zone orange et zone rouge). Ces zones font l'objet d'une signalisation par des trisecteurs dont la forme et les couleurs sont définies par des normes (NF M 60-101 et NF X 08-003). Les panneaux de signalisation sur lesquels figure ce trisecteur peuvent comporter, si nécessaire, des signes ou inscriptions supplémentaires.

Valeurs de références pour la délimitation des installations fixes (issues de l'arrêté du 15 mai 2006 relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones réglementées et spécialement réglementées ou interdites)



E : il s'agit de doses efficaces susceptibles d'être reçues en 1 heure, en cas d'exposition externe et interne de l'organisme entier

H_T : il s'agit des doses équivalentes susceptibles d'être reçues en 1 heure, en cas d'exposition externe des extrémités (mains, avant bras, pieds, chevilles)

Affichage réglementaire

Cet affichage informe les travailleurs des dangers des rayonnements ionisants et précise les consignes de travail à respecter. Il doit être remis à jour périodiquement (R 231-82) et comporter les éléments suivants : Panneaux de signalisation de zones, signalisation des sources de rayonnements, affichage des risques d'exposition externe, voire interne, consignes de travail et de sécurité adaptées à la nature de l'exposition et aux opérations envisagées.

En cas **d'utilisation d'appareils mobiles ou portatifs**, le responsable de l'appareil établit les consignes de délimitation **d'une zone contrôlée dite « zone d'opération »** telle qu'à la périphérie de celle-ci le débit équivalent de dose moyen, évalué sur la durée de l'exposition, reste inférieur à 2,5 µSv /h (sans jamais dépasser 25 µSv /h, à titre exceptionnel, lorsque les conditions techniques de l'opération rendent impossible la mise en place de dispositifs de protection radiologique).

Fiche n° 13 Principes de la radioprotection

I. La radioprotection répond à trois principes fondamentaux

I.1. Le principe de justification

Toute activité susceptible de soumettre des personnes à une exposition aux rayonnements ionisants ne peut être entreprise que si elle est justifiée par ses avantages sociaux, économiques, scientifiques et sanitaires rapportés aux risques inhérents à cette exposition.

Toute activité non justifiée est interdite.

I.2. Le principe d'optimisation

C'est le principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable).

Lorsque l'exposition est justifiée, ce principe consiste à maintenir les doses reçues au plus bas niveau que l'on peut raisonnablement atteindre compte tenu des considérations économiques, sociales, techniques et scientifiques.

I.3. Le principe de limitation

Il concerne la fixation réglementaire des limites annuelles individuelles d'exposition.

La valeur limite est de 1 msv /an pour le public et de 20 msv / an pour les travailleurs de catégorie A.

II. Les moyens d'optimisation

Afin de réduire les expositions on peut agir à la fois sur :

■ Les sources de rayonnements et les matériels, par exemple :

- En réduisant au maximum l'intensité de la source (cas d'un générateur à rayons X) ou l'activité de la source (sources scellés ou non) en prenant en compte le temps de décroissance,
- En réduisant le faisceau utile, en utilisant des collimateurs adaptés, ...
- En utilisant des écrans, des containers de protection absorbant les rayonnements ionisants, s'agissant du risque d'exposition externe,
- En mettant en place des barrières de confinement des matières radioactives (boîtes à gants, enceintes de confinement, ...), en cas de risque de contamination ...
- En veillant à l'utilisation d'appareillages conformes et contrôlés régulièrement, ...

■ L'organisation et les conditions de travail, par exemple :

- Par l'éloignement au maximum des opérateurs par rapport aux sources de rayonnements (mise en œuvre d'automates ou de robots pour certaines opérations, télémanipulation de certaines substances radioactives dans les laboratoires, vidéosurveillance, pinces de manutention, ...)
- Par la diminution des temps d'exposition (préparation en amont des interventions, repérage préalable des lieux de travail, rotation du personnel sur certains poste de travail...)
- Par le respect des affichages réglementaires obligatoires, des signalisations et le balisage des zones
- Par l'élaboration et le respect de protocoles d'intervention, de procédures d'entrée/sortie de zones (interdiction d'accès aux zones réglementées à toute personne dont la présence n'est pas indispensable, ...), de procédures de décontamination (contrôles des surfaces, du matériel et des mains au moyen de contaminamètre, de radiamètre, ...), de gestion des déchets, de consignes de sécurité, ...
- Par la vérification du port effectif, si nécessaire, par le personnel, d'équipements de protection individuelle destinés à atténuer les rayonnements, ...

Fiche n° 13 Principes de la radioprotection

LES PRINCIPES GENERAUX EN RADIOPROTECTION

LE TEMPS :

L'exposition est directement proportionnelle au temps passé près de la source. Le temps d'exposition doit être le plus bref possible.

LA DISTANCE :

Le débit de dose est inversement proportionnelle au carré de la distance : doubler la distance par rapport à une source ponctuelle diminue le débit de dose par 4.

LES ECRANS :

L'exposition peut souvent être réduite par l'interposition d'un écran dont la nature et l'épaisseur sont adaptées aux caractéristiques du rayonnement et à l'activité.

Particules alpha -> feuille de papier

Particules bêta -> plexiglas, aluminium

Rayonnement gamma -> béton, fer, plomb

Neutrons rapides -> paraffine, eau

Neutrons thermiques -> matériaux spéciaux (bore, cadmium)

III. Les moyens de prévention par secteur professionnel

En complément des moyens d'optimisation généraux rappelés ci-avant, et des exigences essentielles en matières de formation et de suivi médical et dosimétrique du personnel, des exemples de moyens de protections collectives et individuelles sont données, à titre d'exemple, pour quelques secteurs professionnels.

III – 1 Milieu médical (hors médecine nucléaire)

(manipulateurs, radiologues, infirmiers, dentistes...)

Quelques exemples de moyens de protection collective

- Blindage de la source
- Pinces de manutention
- Appareillage, équipé d'un dispositif permettant d'estimer les doses de rayons X délivrées au patient
- Appareillage à commandes déportées dans un local indépendant et protégé
- Utilisation du mode pulsé selon le type d'acte
- Mise en place d'écrans de protection entre le salarié et la source
- Mise en place de bas volets sur les tables d'intervention
- Usage d'écrans mobiles entre la source de rayonnement et le salarié lors d'utilisation d'émetteur de rayons X mobiles et à incidence variable...

Quelques exemples de moyens de protection individuelle

- Gants de protection en plomb
- Gants chirurgicaux radio-atténuateurs stérilisables (réduction d'un facteur 2)
- Lunettes : verre au plomb
- Tabliers de protection - Cache thyroïde - Cache gonade : nombre suffisant et taille adaptée

Un accessoire de protection radiologique dont l'équivalent d'épaisseur de plomb est de 0,35 mm réduit d'un facteur environ 70 l'intensité du rayonnement diffusé. Différentes épaisseurs de plomb existent pour les tabliers de 0,35 à 0,50 mm. Des tables permettent de calculer la demi atténuation ou la déci atténuation en fonction de l'énergie du rayonnement.

Les tabliers de protection en 2 parties, jupe et débardeur sont plus ergonomiques, le poids étant mieux réparti. Il faut veiller à ce que la conception de la coupe du tablier protège aussi le dos. Le matériel de protection doit être vérifié, notamment par la personne compétente en radioprotection.

Fiche n° 13 Principes de la radioprotection

III – 2. Médecine Nucléaire

Quelques exemples de moyens de protection collective

- Vestiaires et sas d'accès aux zones de travail
- Dans le cadre de la radiothérapie métabolique : chambres individuelles spéciales avec murs plombés et toilettes spécifiques (dont les canalisations seront raccordées à des cuves spécifiques de décroissance), aération efficace des chambres et sanitaires et procédures de vérification d'absence de contamination s'agissant du dispositif de ventilation, des chambres après les sorties des patients, du linge, des draps, et de tout objet réutilisable en contact avec les patients, ...), procédures spéciales (pas de visite des proches, utilisation de matériels d'entretien spécifiques ou à usage unique avec protocole d'usage pour les chambres ainsi que de matériels à usage unique à destination des patients (matériels éliminés comme déchets radioactifs après emballage spécifique)
- Locaux en dépression avec organisation hiérarchisée en fonction des activités radioactives
- Manipulation sur une paillasse protégée (papier absorbant)
- Utilisation de pinces de manutention
- Hottes et boîtes à gants blindées et ventilées en dépression
- Blindage des sources
- Protège seringue en plomb, plexiglas (= PMMA polyméthylmétacrylate) ou tungstène (pour émetteurs bêta fortement énergétiques de l'ordre de 2 mev et plus))
- Poubelles plombées
- Interposition d'écrans appropriés (verre, plexiglas, plomb...) entre le salarié et la source

Quelques exemples de moyens de protection individuelle

- Tenue de base : surblouse, gants vinyl ou latex (en cas de risque de contamination), sur chaussures à usage unique et éliminés avec les déchets contaminés après usage. Lavage régulier des mains
- Tabliers de plomb : pas d'intérêt vis à vis de l'iode ¹³¹ mais efficaces vis à vis de source émettrice bêta pur type yttrium 90

III – 3. Industrie et recherche

Le recours aux rayonnements ionisants dans le secteur de l'industrie et de la recherche est à la fois très diffus et très répandu : à titre d'exemple, les jauges radioactives permettant de mesurer l'épaisseur d'un matériau ou le niveau de liquide dans un réservoir, les traceurs radioactifs utilisés pour la surveillance du cheminement ou la détection d'une fuite de produits sur une canalisation, la radiographie (gammagraphie ou rayons X) pour apprécier l'état d'une structure, d'une soudure, ...).

S'agissant de ce secteur d'activité, nous nous limiterons ici à rappeler quelques exemples de moyens de protection collective en gammagraphie industrielle :

- Travailler, si possible, en atelier ou sur des zones spécifiquement aménagées pour les travaux de radiographie (« blockhaus », disposition d'écrans de protection à demeure)
- Hors atelier (sur site industriel, par exemple), utiliser des écrans de protection souple, afin d'atténuer les débits de dose absorbée
- Rallonger la télécommande manuelle dans la limite prescrite par les normes applicables
- En cas de conditions de travail difficiles sur site (travail en hauteur, de nuit...), disposer d'un échafaudage répondant aux exigences du radiologue (manutention du projecteur gamma, accessibilité à la zone à radiographier, distance de repli suffisant, éclairage ...)
- Utiliser systématiquement un collimateur sauf impossibilité technique...

IV. Installation nucléaire de base (INB)

a) Quelques exemples de protection collective

- Locaux en dépression
- Hottes et boîtes à gants blindées et ventilées en dépression
- Aspirateurs portables, aspirateurs à eau si besoin
- Robots ou automates pour certaines opérations exposant fortement le personnel aux rayonnements ionisants ; manipulations derrière des écrans en verre plombé
- Douche, rince œil, ... en cas de risque de contamination externe

b) Quelques exemple de protection individuelle

- Protection contre le risque de contamination cutanée : tenue de base (coton ou synthétique), combinaison en papier, tenue isolante ventilée, calot, coiffe, bottes et surbottes, ...
- Protection respiratoire contre le risque de contamination : appareil filtrant ou appareil isolant (autonome ou non autonome)
- Visières en plexiglas



Fiche n° 14 La conduite à tenir suite à un incident/ accident d'exposition aux rayonnements ionisants

I. Bilan et prise en charge de la victime

I.1. Cas de suspicion de surexposition externe (irradiation)

Cette suspicion peut faire suite à :

- Une erreur de manipulation, de procédure, sans l'aide de la dosimétrie opérationnelle.
- Un résultat anormal de dosimétrie passive ou opérationnelle.

Une relation étroite entre le médecin du travail et la personne compétente en radioprotection doit être établie.

I.1.1. Bilan sanitaire

À ce stade, il est impératif de réaliser un bilan sanitaire précoce de la victime. Dans tous les cas le traitement des urgences médico-chirurgicales prime sur l'irradiation.

L'examen clinique de la victime d'une sur-exposition porte sur la recherche de manifestations cutanées (brûlures radiologiques), digestives (nausées, vomissements, diarrhées...), d'altération de l'état général (asthénie, anorexie, céphalées, fièvre > 38 °C...), neurologiques (désorientation temporo-spatiale, convulsions, hypertension intracrânienne, confusion, coma...), hématologiques.

Cet examen clinique est complété par différentes explorations complémentaires :

- Numération formule sanguine et plaquettes, à la recherche d'une chute précoce des lymphocytes
- Bilan inflammatoire
- Bilan transfusionnel

Le bilan sanguin doit être renouvelé dans les 4 heures selon la gravité de la situation.

Si l'on suspecte une forte exposition externe, il est prudent de demander :

- Typage HLA (20 ml sur citrate + 40 ml sur edta)
- Dosimétrie biologique cytogénétique réalisée par l'IRSN (3 tubes de 5 ml sur héparine) ; la recherche d'aberrations chromosomiques radioinduites dans les lymphocytes du sang périphérique est la référence actuelle pour l'estimation d'une dose moyenne reçue par la personne en cas d'exposition globale aiguë.

L'hospitalisation se justifie pour une exposition externe évaluée à plus de 1 Gy en dose efficace. Le traitement sera alors, une simple surveillance, un traitement curatif ou palliatif selon l'importance de l'exposition et la précocité d'apparition des signes cliniques.

I.1.2. Bilan dosimétrique

Il repose sur les éléments suivants :

- Première estimation parfois possible à partir des données du bilan sanitaire (signes cliniques et/ou biologiques)
- Résultats de la dosimétrie biologique cytogénétique si elle est pratiquée (seuil de sensibilité de 0,1 Gy)
- Résultats de la dosimétrie opérationnelle si elle existe
- Lecture en urgence du dosimètre passif
- L'interrogatoire sur les circonstances de l'accident et l'étude ergonomique du poste de travail
- Possible reconstitution de la dose par calcul à partir des données relatives à la source, à la position de la victime et à l'environnement de travail ou par des techniques expérimentales à l'aide d'un mannequin anthropomorphe doté de dosimètres en surface et en profondeur.

I.2. Suspicion de contamination externe ou interne

Les protocoles en cas d'incidents de contamination reposent sur une relation étroite

Fiche n° 14 La conduite à tenir suite à un incident/ accident d'exposition aux rayonnements ionisants

entre le médecin du travail et la PCR afin d'éviter qu'une contamination externe cutanée se transforme en exposition interne. La prise en charge de l'exposition interne doit être le plus précoce possible. Dans tous les cas le traitement des urgences médico-chirurgicales prime sur la contamination.

I.2.1. Conduite à tenir en cas de contamination externe (cutanée ou vestimentaire)

- Contrôler la réalité de la contamination externe vestimentaire ou cutanée
- Effectuer un déshabillage prudent
- Contrôler à nouveau la réalité de la contamination cutanée
- Laver soigneusement à l'eau savonneuse (décontamination cutanée)
- Renouveler les opérations de lavage jusqu'à disparition de toute contamination
- Recueillir les urines de 24 heures pour examen radiotoxicologique (à faire sur 3 jours)
- Réaliser une anthroporadiométrie si appareillage à disposition
- enquêter sur les circonstances d'exposition individuelle ou collective
- Effectuer un contrôle radiologique de l'environnement de travail.

Un traitement adapté sera mis en œuvre selon la voie d'exposition et le radionucléide en cause. Selon la durée de contamination cutanée et le radionucléide présent, une évaluation de la dose à la peau doit être envisagée.

I.2.2. Conduite à tenir en cas de contamination interne

- Vérifier l'absence de contamination cutanée (voir point I.2.1)
- Recueillir les urines de 24 heures pour examen radiotoxicologique (à faire sur 3 jours)
- Réaliser une anthroporadiométrie si appareillage à disposition
- Enquêter sur les circonstances d'exposition individuelle ou collective
- Effectuer un contrôle radiologique de l'environnement de travail.

Un traitement adapté sera mis en œuvre selon la voie d'exposition et le radionucléide en cause. Une évaluation de la dosimétrie interne sera effectuée. On prescrira de l'iode stable précocement après l'exposition interne si l'évaluation de la dose absorbée à la thyroïde dépasse 50msv.

II. Rôles respectifs des acteurs

II.1 Rôle et obligations du chef d'entreprise/PCR (articles r231-97, r231-105)

L'employeur doit aménager ses installations et prendre toutes dispositions utiles pour que, en cas d'accident, notamment :

- Le personnel puisse être rapidement évacué des locaux de travail
- Les travailleurs exposés puissent recevoir des soins appropriés dans les plus brefs délais
- Les dosimètres des travailleurs exposés soient envoyés en urgence à l'organisme chargé de la dosimétrie passive
- Soient mis en œuvre les contrôles permettant de prévenir un risque de contamination.
- Le CHSCT soit informé de l'accident
- La procédure de déclaration d'accident de travail soit respectée
- Les causes de l'accident soient analysées et les mesures de prévention mises en œuvre pour éviter son renouvellement.

Dans les établissements où sont implantés une ou des INB (Industrie Nucléaire de Base), l'employeur doit mettre en place une équipe de sécurité dotée de matériel spécifique et chargée de mettre en œuvre les mesures de prévention et d'intervention en cas d'accident.

Fiche n° 14 La conduite à tenir suite à un incident/ accident d'exposition aux rayonnements ionisants

Si le dépassement résulte de conditions de travail non prévues, la personne compétente en radioprotection (PCR), sous la responsabilité du chef d'entreprise, prend les mesures pour :

- Faire cesser dans les plus brefs délais les causes du dépassement (par la suspension du travail en cause si nécessaire)
- Procéder ou faire procéder dans les 48 heures par l'IRSN à l'étude des circonstances dans lesquelles s'est produit le dépassement
- Faire procéder à l'évaluation des doses équivalentes reçues par les travailleurs et leur répartition dans l'organisme ; l'IRSN peut aider à l'évaluation des doses reçues
- Étudier ou faire étudier par l'IRSN les mesures à prendre pour remédier à toute défektivité et prévenir un éventuel renouvellement
- Procéder ou faire procéder par un organisme de contrôle agréé à un contrôle technique en radioprotection des postes de travail (source et ambiances).

En cas de dépassement de limites de doses, l'employeur devra informer l'inspection du travail et le CHSCT ou à défaut les délégués du personnel.

II.2 Rôle des représentants du personnel (CHSCT-DP)

Les représentants du personnel (CHSCT ou à défaut les délégués du personnel) doivent être informés par l'employeur des situations de dépassement des valeurs limites d'exposition (article r231-96), des causes présumées de ce dépassement et des mesures de prévention prises pour y remédier. Le CHSCT procède à sa propre enquête.

II.3. Rôle du médecin du travail

Le médecin du travail est informé immédiatement de tout dépassement de doses. Il prend alors toute disposition qu'il juge utile. Il établit un bilan dosimétrique et sanitaire de la personne, en faisant appel si besoin à l'IRSN. Il peut être amené à donner des soins d'urgence si nécessaire. Toute exposition ultérieure requiert son avis. Dans tous les cas, pendant la période où la dose reçue demeure supérieure aux valeurs limites, le travailleur ne peut être affecté à des travaux l'exposant aux ri, sauf en cas d'urgence radiologique.



Ne pas hésiter à contacter :

IRSN :

Tél. 01 46 54 49 29 ou 01 58 35 77 54
ou 06 07 31 56 63

Institut Curie :

Tél. 01 44 32 40 00

Hôpital d'instruction des armées de Percy :

Tél. 01 41 46 60 00

RP/FEI-1

EXEMPLE DE FICHE D'EXPOSITION INDIVIDUELLE

réalisée par l'assistance publique des hôpitaux de Marseille - Décret n° 2003-296 du 31 mars 2003



ÉTABLISSEMENT :

IDENTITÉ DE L'AGENT : Nom Patronymique Nom Marital Prénom	MATRICULE :	SERVICE : FONCTION : STATUT (TITULAIRE, STAGIAIRE, CDD, ÉLÈVE) DÉBUT D'EXPOSITION : FIN D'EXPOSITION :
Sexe M / F Date de naissance		CAT A <input type="checkbox"/> CAT B <input type="checkbox"/>

NATURE DES ACTIVITÉS

	Oui / Non	Tps expo %
Radio convent	<input type="checkbox"/> : <input type="checkbox"/>	
Bloc opérat-	<input type="checkbox"/> : <input type="checkbox"/>	
Radio au lit	<input type="checkbox"/> : <input type="checkbox"/>	
Radiologie intervent-	<input type="checkbox"/> : <input type="checkbox"/>	
Gammacaméra	<input type="checkbox"/> : <input type="checkbox"/>	
Laboratoire	<input type="checkbox"/> : <input type="checkbox"/>	
Radiothérapie métab.	<input type="checkbox"/> : <input type="checkbox"/>	
Radiothérapie	<input type="checkbox"/> : <input type="checkbox"/>	
Synoviorthèse	<input type="checkbox"/> : <input type="checkbox"/>	

SOURCES NON SCELLÉES

	Oui	Non		Oui	Non		Oui	Non
131 I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	67 Ga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
125 I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	169 Er	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
123 I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	186 Re	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
201 Tl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
99m Tc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
3 H	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
51 Cr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
35 S	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
32 P	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
111 In	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
18 F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
153 Sm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
90 Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

NATURE DU RAYONNEMENT

	O Oui	O Non
Rayons X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rayons Béta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rayons Gamma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neutrons	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SUIVI DOSIMÉTRIQUE DE L'EXPOSITION INDIVIDUELLE

	O Oui	O Non
Dosimétrie poitrine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dosimétrie poignet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TLD (pastille)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dosimétrie opérationnell	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radio toxic. urinaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SOURCES SCELLÉES

	O Oui	O Non
133 Ba	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
57 Co	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
60 Co	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
137 Cs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
90 Sr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBSERVATIONS :

--

PERSONNE COMPÉTENTE EN RADIOPROTECTION

Nom :
N° de poste :
Fonction :
Signature:

MARSEILLE LE :

SIGNATURE DE L'AGENT

AUTRES NUISANCES (CF RECTO)

Conformément à la loi "Informatique et libertés", les personnes physiques sont informées du droit d'accès et de rectification aux données qui peut s'exercer sur simple demande auprès de la Personne Compétente en Radioprotection de votre hôpital.

RP/FEI-1

EXEMPLE DE FICHE D'EXPOSITION INDIVIDUELLE
réalisée par l'assistance publique des hopitaux de Marseille
Décret n° 2003-296 du 31 mars 2003



NUISANCES NON RADIOLOGIQUES

NATURE DU RISQUE	CODE	NATURE DU RISQUE	CODE
RISQUES CHIMIQUES			
Produits Décontaminants			
Stérilisation à froid			
Réactifs de laboratoire			
Gaz anesthésiques			
Cadium			
Plomb			
RISQUES BIOLOGIQUES			
Contact avec les malades			
RISQUES PHYSIQUES			
Radiations non ionisantes			
Manutention matériel			
Manutention malades			
Marche			
Travail sur écrans			
AUTRES RISQUES			
Risques d'agression			
Charge mentale			
Rythme de travail(alternant)			
Astreintes			
Travail de nuit			

OBSERVATIONS :

CADRE DE L'UNITÉ S/C DU CHEF D'ÉTABLISSEMENT

Nom :
N° de poste :
Fonction :
Signature :

MARSEILLE LE :

SIGNATURE DU CADRE

CODE: NÉANT: 0 POTENTIEL: P FAIBLE: F MOYEN: M IMPORTANT: I

Important = fréquence d'exposition supérieure ou égale à 1heure par vacation de travail
Faible = fréquence d'exposition inférieure ou égale à 1 fois par mois



La Prévention en Action

Parmi les contacts utiles en région :

La DRTEFP PACA

180 avenue du Prado -13 285 Marseille cedex 08

Site internet : www.sdtefp-paca.travail.gouv.fr

Ou l'**inspection du travail** de votre département

L'ASN Division de Marseille

67-69 Avenue du Prado - 13286 Marseille cedex 6

La CRAM-SE

35 Rue George - 13386 Marseille cedex 08 • Site internet : www.cram-sudest.fr

Le service de santé au travail de l'entreprise

Au niveau national :

L'ASN

6 place du colonel Bourgoïn – 75012 Paris • Site internet : www.asn.gouv.fr

L'IRSN

77-83 avenue du général de Gaulle – 92140 Clamart • Site internet : www.irsn.org

L'INRS

30 rue de l'Olivier-Noyer - 75680 Paris cedex 14 • Site internet : www.inrs.fr

Le guide « radioprotection » est le résultat d'un travail collectif mené en région qui a réuni les organismes suivants :

- Le service de médecine et santé au travail - Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagénèse environnementale de la faculté de médecine de Marseille
- Le service de médecine du travail du personnel hospitalier (secteur Timone) et le service de protection contre les dangers des rayonnements ionisants de l'Assistance Publiques des Hopitaux de Marseille (APHM)
- Le service de santé au travail des Hôpitaux publics Sud Vaucluse
- L'AIST 83
- Le service de santé au travail du centre de lutte contre le cancer (IPC)
- La DRTEFP

Directeur de la publication :

Gérard CASCINO • Direction Régionale du Travail, de l'Emploi et de la Formation Professionnelle
180, avenue du Prado 13285 MARSEILLE cedex 8 • Tél. 04 91 15 12 12

Dépôt légal du 19.12.2006 - n°12