

COLLECTION NORMES DE SÛRETÉ DE L'IAEA

Radioprotection professionnelle

PARRAINÉ CONJOINTEMENT PAR
L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
ET LE BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL



IAEA



GUIDE DE SÛRETÉ

N° RS-G-1.1



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

RADIOPROTECTION PROFESSIONNELLE

© AIEA, 2004

Pour obtenir l'autorisation de reproduire ou de traduire des passages de la présente publication, s'adresser par écrit à l'Agence internationale de l'énergie atomique, Wagramer Strasse 5, B.P. 100, A-1400 Vienne (Autriche).

Imprimé par l'AIEA en Autriche
Janvier 2004
STI/PUB/1081

COLLECTION NORMES DE SÛRETÉ N° RS-G-1.1

RADIOPROTECTION PROFESSIONNELLE

GUIDE DE SÛRETÉ

PARRAINÉ CONJOINTEMENT PAR
L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
ET LE BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
VIENNE, 2004

RADIOPROTECTION PROFESSIONNELLE

AIEA, VIENNE, 2004

STI/PUB/1081

ISBN 92-0-200804-3

ISSN 1020-525X

AVANT-PROPOS

par Mohamed ElBaradei
Directeur général

Une des fonctions statutaires de l'AIEA est d'établir ou d'adopter des normes de sûreté destinées à protéger la santé, les personnes et les biens dans le cadre du développement et de l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques et de prendre des dispositions pour appliquer ces normes à ses propres opérations, ainsi qu'à celles pour lesquelles elle fournit une assistance et, à la demande des parties, aux opérations effectuées en vertu d'un accord bilatéral ou multilatéral ou, à la demande d'un État, à telle ou telle des activités de cet État dans le domaine de l'énergie nucléaire.

Les organes consultatifs ci-après supervisent l'élaboration des normes de sûreté: Commission consultative pour les normes de sûreté (ACSS), Comité consultatif pour les normes de sûreté nucléaire (NUSSAC), Comité consultatif pour les normes de sûreté radiologique (RASSAC), Comité consultatif pour les normes de sûreté relatives au transport (TRANSSAC) et Comité consultatif pour les normes de sûreté relatives aux déchets (WASSAC). Les États Membres sont largement représentés au sein de ces comités.

Afin que les normes de sûreté puissent faire l'objet du consensus le plus large possible, elles sont aussi soumises à tous les États Membres pour observations avant d'être approuvées par le Conseil des gouverneurs de l'AIEA (fondements de sûreté et prescriptions de sûreté) ou par le Comité des publications au nom du Directeur général (guides de sûreté).

Les normes de sûreté de l'AIEA n'ont pas force obligatoire pour les États Membres, mais ceux-ci peuvent, à leur discrétion, les adopter pour application, dans le cadre de leur réglementation nationale, à leurs propres activités. L'AIEA est tenue de les appliquer à ses propres opérations et à celles pour lesquelles elle fournit une assistance. Tout État souhaitant conclure un accord avec l'AIEA en vue d'obtenir son assistance pour le choix du site, la conception, la construction, les essais de mise en service, l'exploitation ou le déclassement d'une installation nucléaire ou toute autre activité est tenu de se conformer aux parties des normes qui se rapportent aux activités couvertes par l'accord. Quoi qu'il en soit, il appartient toujours aux États de prendre les décisions finales et d'assumer les responsabilités juridiques dans le cadre d'une procédure d'autorisation.

Bien que les normes de sûreté établissent une base essentielle pour la sûreté, il est aussi parfois nécessaire d'incorporer des prescriptions plus détaillées conformément à l'usage national. De surcroît, il y aura souvent des aspects particuliers qui devront être soumis, cas par cas, à l'appréciation de spécialistes.

La protection physique des produits fissiles et des matières radioactives, comme celle de la centrale nucléaire dans son ensemble, est mentionnée là où il convient, mais n'est pas traitée en détail; pour connaître les obligations des États à cet égard, il convient de se reporter aux instruments et aux publications pertinents élaborés sous les auspices de l'AIEA. Les aspects non radiologiques de la sécurité du travail et de la protection de l'environnement ne sont pas non plus explicitement examinés; il est admis que les États devraient se conformer aux obligations et aux engagements internationaux qu'ils ont contractés dans ce domaine.

Les prescriptions et recommandations présentées dans les normes de sûreté de l'AIEA peuvent n'être pas pleinement satisfaites par certaines installations anciennes. Il appartient à chaque État de statuer sur la manière dont les normes seront appliquées à ces installations.

Il convient d'attirer l'attention des États sur le fait que les normes de sûreté de l'AIEA, bien que n'étant pas juridiquement contraignantes, visent à faire en sorte que l'énergie nucléaire et les matières radioactives utilisées à des fins pacifiques le soient d'une manière qui permette aux États de s'acquitter des obligations qui leur incombent en vertu des principes du droit international et de règles recueillant l'assentiment général, tels que ceux qui concernent la protection de l'environnement. En vertu de l'un de ces principes, le territoire d'un État ne doit pas servir à des activités qui portent préjudice à un autre État. Les États sont donc tenus de faire preuve de prudence et d'observer des normes de conduite.

Comme toute autre activité, les activités nucléaires civiles menées sous la juridiction des États sont soumises aux obligations que les États contractent au titre de conventions internationales, en sus des principes du droit international généralement acceptés. Les États sont censés adopter au niveau national les lois (et la réglementation), ainsi que les normes et mesures dont ils peuvent avoir besoin pour s'acquitter efficacement de toutes leurs obligations internationales.

PRÉFACE

L'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants peut survenir dans de nombreux secteurs d'activité, centres médicaux, établissements d'enseignement et de recherche et installations du cycle du combustible nucléaire. Une protection adéquate des travailleurs vis-à-vis des rayonnements ionisants est essentielle à l'utilisation sûre et acceptable des rayonnements, des matières radioactives et de l'énergie nucléaire.

En 1996, l'Agence a publié un document de la catégorie Fondements de sûreté intitulé « Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources » (collection Sécurité n° 120) et les Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements (collection Sécurité n° 115), tous deux parrainés conjointement par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, l'AIEA, le Bureau International du Travail, l'Agence pour l'Énergie Nucléaire de l'OCDE, l'Organisation panaméricaine de la santé et l'Organisation mondiale de la santé. Ces publications présentent, respectivement, les objectifs et les principes de sûreté relatifs aux rayonnements ionisants et les exigences auxquelles il faut satisfaire pour appliquer les principes et atteindre les objectifs.

L'établissement des exigences de sûreté et de guides pour la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants est une composante majeure de l'assistance pour la sûreté relative aux rayonnements ionisants fournie par l'AIEA à ses États Membres. L'objectif du programme de protection des travailleurs de l'AIEA est de promouvoir une approche internationalement harmonisée de l'optimisation de la radioprotection des travailleurs, via le développement et l'application des directives sur la limitation des expositions aux rayonnements ionisants et l'application des techniques actuelles de radioprotection sur le lieu de travail.

Des conseils sur la façon de satisfaire aux exigences des Normes fondamentales de sûreté pour la protection des travailleurs sont fournis dans trois guides de sûreté interdépendants, un donnant les conseils généraux sur le développement des programmes de radioprotection des travailleurs et deux donnant des conseils plus détaillés sur le contrôle radiologique et l'évaluation de l'exposition des travailleurs due respectivement aux sources externes de rayonnement et à l'incorporation de radioéléments. L'ensemble de ces guides de sûreté reflète les principes actuels internationalement acceptés et les pratiques recommandées pour la radioprotection des travailleurs, compte tenu des changements majeurs intervenus ces dix dernières années.

Les trois guides de sûreté sur la radioprotection des travailleurs sont parrainés conjointement par l'AIEA et le Bureau International du Travail.

Le présent guide de sûreté fournit des conseils généraux sur l'établissement d'un programme de radioprotection efficace pour l'exposition professionnelle, conforme aux exigences des Normes fondamentales de sûreté et adapté aux sources de rayonnement susceptibles d'être rencontrées sur les lieux de travail en question.

NOTE DE L'ÉDITEUR

Lorsqu'une norme comporte un appendice, ce dernier est réputé faire partie intégrante de cette norme et avoir le même statut que celle-ci. En revanche, les annexes, notes infrapaginales et bibliographies ont pour objet de donner des précisions ou des exemples concrets qui peuvent être utiles au lecteur.

Le présent a été employé pour énoncer des prescriptions, des responsabilités et des obligations. Le conditionnel sert à énoncer des recommandations concernant une option souhaitable.

La version anglaise du texte est celle qui fait autorité. La présente traduction a été établie sous les auspices de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) (France).

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	1
	Généralités (1.1–1.5)	1
	Objectif (1.6)	2
	Champ d'application (1.7)	3
	Structure (1.8)	3
2.	CADRE POUR LA RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS	3
	Pratiques et intervention (2.1–2.5)	3
	Exposition professionnelle (2.6–2.10)	5
	Niveaux de référence (2.11–2.15)	6
	Application des NFI aux sources naturelles de rayonnement (2.16–2.30)	7
	Exigences de radioprotection (2.31–2.32)	14
	Responsabilités (2.33–2.42)	15
	Grandeurs utilisées en dosimétrie (2.43–2.46)	20
3.	LIMITATION DE DOSE	22
	Limites de dose (3.1–3.9)	22
	Circonstances particulières (3.10–3.12)	25
	Limites d'exposition pour les produits de filiation du radon et du thoron (3.13)	26
4.	OPTIMISATION DE LA RADIOPROTECTION POUR LES PRATIQUES	26
	Généralités (4.1–4.7)	26
	Engagement vis-à-vis de l'optimisation de la protection (4.8–4.12)	28
	Utilisation des techniques d'aide à la décision (4.13–4.16)	29
	Rôle des contraintes de dose (4.17–4.21)	31
	Rôle des niveaux d'investigation (4.22–4.23)	32

5.	PROGRAMMES DE RADIOPROTECTION	33
	Objectifs (5.1–5.3)	33
	Évaluation radiologique préalable et évaluation de sûreté (5.4–5.9)	34
	Champ d’application et structure du programme de radioprotection (5.10–5.11)	36
	Affectation des responsabilités (5.12–5.16)	37
	Classification des zones (5.17–5.31)	38
	Consignes de sécurité, surveillance et équipement de protection individuelle (5.32–5.35)	42
	Planification du travail et permis de travail sous rayonnements (5.36–5.38)	44
	Contrôle radiologique et évaluation de dose (5.39–5.91)	45
	Information et formation (5.92–5.100)	61
	Assurance de la qualité (5.101–5.109)	62
	Audits et revues (5.110–5.111)	65
6.	INTERVENTION EN SITUATION D’URGENCE	66
	Généralités (6.1)	66
	Plans d’urgence et responsabilités (6.2–6.5)	66
	Conséquences immédiates d’un accident (6.6)	67
	Mesures d’urgence (6.7–6.9)	67
	Protection des travailleurs chargés de l’intervention (6.10–6.20)	68
7.	SURVEILLANCE DE LA SANTÉ	72
	Objectifs de la surveillance de la santé (7.1–7.2)	72
	Responsabilités en liaison avec la surveillance de la santé (7.3–7.4)	72
	Examen médical des travailleurs (7.5–7.11)	73
	Information et formation du médecin (7.12–7.13)	74
	Consultation (7.14–7.15)	75
	Gestion des travailleurs surexposés (7.16–7.20)	75
	RÉFÉRENCES	77
	PERSONNES AYANT COLLABORÉ À LA RÉDACTION ET À L’EXAMEN	79
	ORGANISMES CONSULTATIFS POUR L’APPROBATION DES NORMES DE SÛRETÉ	81

1. INTRODUCTION

GÉNÉRALITÉS

1.1. L'exposition professionnelle au rayonnement peut découler de diverses activités humaines, incluant le travail associé aux différentes phases du cycle du combustible nucléaire, l'utilisation de sources radioactives et de générateurs de rayons X en médecine, la recherche scientifique, l'agriculture et l'industrie ainsi que les activités qui mettent en jeu la manipulation de matières contenant des concentrations accrues de radioéléments naturels.

1.2. Le document de la catégorie Fondements de la sûreté de l'AIEA relatifs à la radioprotection et à la sûreté des sources de rayonnements [1] présente les objectifs, concepts et principes de la radioprotection et de la sûreté. Les exigences pour atteindre ces objectifs et appliquer les principes spécifiés dans ce document, y compris les exigences pour la protection des travailleurs exposés à des sources de rayonnements, sont établies dans les Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements (Normes fondamentales internationales ou NFI), parrainées conjointement par l'AIEA et cinq autres organisations internationales [2].

1.3. Trois guides de sûreté, préparés conjointement par l'AIEA et le Bureau international du Travail (BIT), fournissent des conseils pour remplir ces exigences vis-à-vis de l'exposition professionnelle. Le présent guide de sûreté donne des conseils généraux sur les conditions d'exposition pour lesquelles des programmes de surveillance radiologique doivent être mis en place afin d'évaluer les doses d'irradiation émanant de rayonnements externes et de l'incorporation de radioéléments par les travailleurs. Les deux autres guides de sûreté donnent des conseils plus spécifiques sur l'évaluation des doses provenant de sources externes de rayonnement [3] et d'incorporation de matières radioactives [4]. Les Normes fondamentales de sûreté de l'AIEA concernant la radioprotection professionnelle sont présentées dans la Fig. 1.

1.4. Des recommandations relatives à la radioprotection professionnelle ont également été développées par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) [5]. Celles-ci et d'autres recommandations de la CIPR [6, 7] et de la Commission internationale des unités et des mesures radiologiques (CIUR) [7–9] ont été prises en compte lors de la rédaction de ce guide de sûreté.

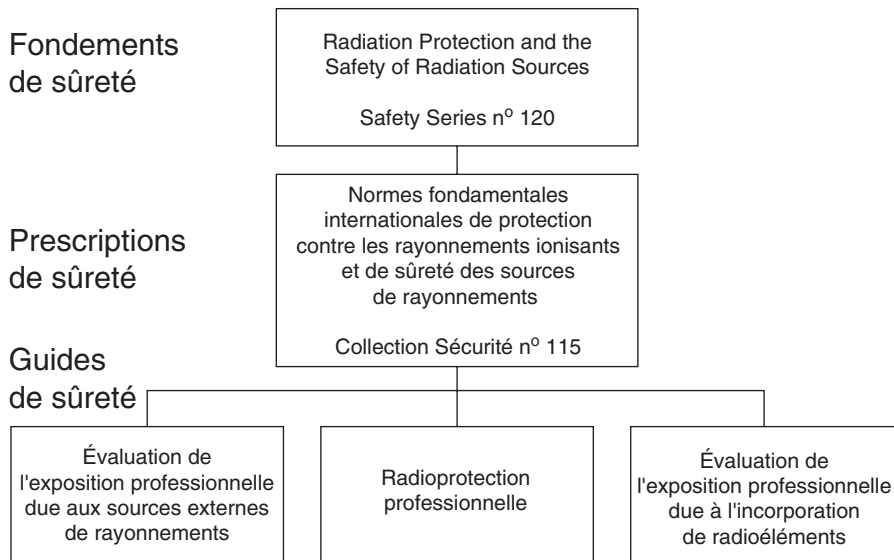


FIG. 1. Normes de sûreté de l'AIEA concernant la radioprotection professionnelle.

1.5. Il est bien entendu que la radioprotection n'est qu'une des composantes à prendre en compte pour garantir la sûreté et la santé globales du travailleur. Le programme de radioprotection doit être établi et géré en même temps que les autres disciplines relatives à la sûreté et à la santé, telles que l'hygiène industrielle, la sécurité au travail et la protection contre l'incendie.

OBJECTIF

1.6. L'objectif de ce guide de sûreté est de prodiguer des conseils sur le contrôle des expositions professionnelles, comme défini plus complètement dans la section 2. Les recommandations données sont destinées aux organismes de réglementation, mais ce guide de sûreté sera également utile pour les employeurs et les titulaires d'enregistrement ou de licence, pour les organes de direction et leurs conseillers spécialistes, et pour les commissions d'hygiène et de sécurité concernées par la radioprotection des travailleurs. Les recommandations peuvent également être utilisées par les travailleurs et leurs représentants pour encourager des pratiques de travail sûres.

CHAMP D'APPLICATION

1.7. Ce guide de sûreté traite des aspects techniques et organisationnels du contrôle des expositions professionnelles, dans des situations d'exposition normale et potentielle. Le but est de fournir une démarche intégrée du contrôle des expositions normales et potentielles dues à une irradiation externe et interne émanant des sources naturelles et artificielles de rayonnement.

STRUCTURE

1.8. La section 2 de ce guide de sûreté présente un cadre de recommandations pour satisfaire aux exigences relatives à la radioprotection des travailleurs et développer la définition de l'exposition professionnelle donnée dans les NFI. Un paragraphe capital s'occupe du problème de l'application des NFI aux expositions au rayonnement provenant de sources naturelles. Les paragraphes suivants traitent de la radioprotection et des problèmes de sûreté, des responsabilités et des grandeurs utilisées en dosimétrie. La section 3 traite de l'application pratique des limites de dose pour l'exposition professionnelle, particulièrement l'établissement de la valeur moyenne des doses sur une période de cinq ans. La section 4 traite de l'optimisation de la protection et de la sûreté. La section 5 se concentre sur le développement d'un programme de radioprotection et de sûreté, incluant des recommandations concernant le contrôle de l'exposition professionnelle comme la classification des zones de travail, l'évaluation des doses pour les travailleurs, la formation, l'archivage et l'assurance de la qualité. La section 6 prodigue des conseils pour les travailleurs intervenant en situation d'urgence. La section 7 couvre la surveillance de la santé des travailleurs, basée sur les principes généraux de la médecine du travail et traite de la prise en charge des travailleurs ayant reçu des doses dépassant les limites de dose.

2. CADRE POUR LA RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS

PRATIQUES ET INTERVENTION

2.1. Deux types de situations sont définis dans le cadre de l'établissement des principes de radioprotection: pratiques et interventions. Les pratiques sont les activités humaines qui ajoutent une exposition au rayonnement à celle que les gens subissent normalement et qui provient de sources de rayonnement existantes, ou qui

accroissent la probabilité d'une exposition éventuelle. Les interventions sont les activités humaines qui visent à réduire l'exposition au rayonnement existante ou la probabilité d'une exposition éventuelle et qui ne font pas partie d'une pratique contrôlée. Pour une pratique, des mesures de radioprotection et de sûreté peuvent être prises avant son initiation, et les expositions au rayonnement associées et leur probabilité peuvent être limitées dès le début. En cas d'intervention, les circonstances donnant lieu à une exposition ou à une probabilité d'exposition existent déjà et leur réduction ne peut être obtenue qu'au moyen d'actions protectrices ou correctives.

2.2. Certaines expositions au rayonnement résultant de l'exécution de pratiques sont quasiment sûres de se produire et leur ampleur sera prévisible, bien qu'un certain degré d'incertitude puisse exister. De telles expositions sont appelées «expositions normales» dans les NFI. De plus, on peut envisager des scénarios dans lesquels il existe une éventualité d'exposition mais sans qu'il existe une certitude de l'apparition réelle d'une exposition. Ces expositions improbables mais possibles sont dénommées «expositions potentielles». Le champ d'application des NFI englobe les expositions normales et potentielles.

2.3. Les NFI (réf. [2], par. 3.1.) identifient deux types de situations d'intervention:

- «(a) les situations d'exposition d'urgence qui exigent une action protectrice pour réduire ou éviter des expositions temporaires, et notamment:
 - i) les accidents et les situations d'urgence à la suite desquels un plan ou des procédures d'urgence ont été déclenchés;
 - ii) toute autre situation d'exposition temporaire considérée par l'Organisme de réglementation ou l'organisme d'intervention comme justifiant une intervention;
- (b) les situations d'exposition chronique qui exigent une action corrective pour réduire ou éviter une exposition chronique, et notamment:
 - i) l'exposition naturelle, telle que l'exposition au radon dans les bâtiments et les lieux de travail;
 - ii) l'exposition à des résidus radioactifs imputable à des événements passés comme le cas de la contamination radioactive due à des accidents, après que la situation qui exigeait une action protectrice a pris fin, ainsi qu'à l'exercice de pratiques et à l'utilisation de sources qui ne sont pas soumises au système de déclaration et d'autorisation;
 - iii) toute autre situation d'exposition chronique spécifiée par l'Organisme de réglementation ou l'organisme d'intervention comme justifiant l'intervention.»

2.4. Ce guide de sûreté se concentre principalement sur la protection des travailleurs dans des pratiques contrôlées. Toutefois, il s'occupe également de la protection des travailleurs effectuant des interventions dans les situations d'urgence (voir section 6). Les situations dans lesquelles une intervention peut être nécessaire pour protéger les travailleurs eux-mêmes sont celles qui mettent en jeu l'exposition chronique, provenant particulièrement des sources de rayonnement naturelles (voir par. 2.16–2.30).

2.5. Des exemples de pratiques auxquelles s'appliquent les NFI sont donnés au par. 2.1 des NFI. Ils incluent l'utilisation de rayonnements ou de substances radioactives dans des activités médicales ou industrielles et pour l'enseignement, la formation ou la recherche, la génération d'énergie nucléaire et les pratiques amenant une exposition aux sources naturelles spécifiées par l'organisme de réglementation comme exigeant un contrôle. Des exemples de sources (au sein de pratiques) auxquelles s'appliquent les exigences des NFI sont donnés au par. 2.2 des NFI. Ils incluent les substances radioactives, les sources scellées, les générateurs de rayonnements, les installations d'irradiation, les mines et les usines de préparation des minerais radioactifs ainsi que les installations nucléaires.

EXPOSITION PROFESSIONNELLE

2.6. Le terme «exposition professionnelle» a été utilisé par le BIT pour faire référence à une dose reçue ou engagée par un travailleur lors d'une période de travail [10]. Toutefois, les NFI (par. 1.4 et 2.17) prévoient l'exclusion des expositions dont l'ampleur ou la probabilité ne conduisent pas à la nécessité d'un contrôle et une exemption pour les pratiques ou les sources au sein de pratiques qui donnent lieu à des risques d'irradiation suffisamment faibles pour ne pas être concernés par la réglementation. Afin que l'on puisse se concentrer sur les actions protectrices et préventives et les mettre en œuvre efficacement, les NFI donnent une définition plus limitée de l'exposition professionnelle, à savoir: «Ensemble des expositions subies par des travailleurs au cours de leur travail, à l'exception des expositions exclues du champ d'application des Normes et des expositions résultant de pratiques ou de sources exemptées conformément aux Normes» (réf. [2], Glossaire). Ce sont ces «expositions professionnelles» qui devraient être du ressort du management de l'exploitation.

2.7. Les NFI précisent que «toute exposition dont la valeur ou la probabilité n'est pas véritablement susceptible d'être maîtrisée par le biais des prescriptions des Normes est réputée être exclue du champ d'application des Normes» (réf. [2], par. 1.4). Des exemples de telles expositions donnés dans les NFI sont celles

provenant du potassium-40 dans le corps, du rayonnement cosmique à la surface de la terre et de concentrations non modifiées de radioéléments dans la plupart des matières premières. Des conseils sont développés ci-dessous pour les composants de l'exposition provenant de sources naturelles d'irradiation qui peuvent nécessiter l'assujettissement à un contrôle en tant qu'exposition professionnelle.

2.8. Les NFI précisent que les pratiques et les sources au sein d'une pratique peuvent être exemptées des exigences des Normes à condition que l'organisme de réglementation se satisfasse du fait que de telles pratiques et sources se conforment aux exigences relatives à l'exemption ou aux niveaux d'exemption qui se basent sur elles (réf. [2], par. 2.17). Les exigences et les niveaux d'exemption sont spécifiés dans l'appendice I des NFI.

2.9. L'appendice I des NFI prévoit l'exemption conditionnelle, vis-à-vis des exigences des Normes, des générateurs de rayonnement et des appareils contenant des substances radioactives sous la forme de sources scellées. Une des conditions dans chaque cas est qu'ils doivent être d'un type approuvé par l'organisme de réglementation. Cette utilisation de la mesure d'exemption est envisageable pour des appareils tels que les chambres d'ionisation, les détecteurs de fumée et les sources radioactives de tubes fluorescents. Avec ces appareils, les expositions sont efficacement contrôlées via leur conception. Un contrôle approfondi de l'exposition des travailleurs qui sont susceptibles de travailler à proximité de l'endroit où ils sont installés ne devrait pas être nécessaire. Cette utilisation de l'exemption implique la nécessité de développer des normes appropriées par rapport auxquelles on pourra juger si l'appareil est d'un type approuvé. Cependant, malgré de telles exemptions, l'exposition des travailleurs participant à la fabrication d'appareils exemptés — ou à leur transport ou maintenance — devrait quand même être assujettie au contrôle.

2.10. L'exposition de travailleurs participant à des mesures de protection ou des actions correctives dans des situations d'intervention est, en principe, contrôlable et devrait être considérée comme étant de la responsabilité du management de l'exploitation et, de ce fait, incluse comme partie intégrante de l'exposition professionnelle (voir section 6).

NIVEAUX DE RÉFÉRENCE

2.11. Le «niveau de référence» est défini dans les NFI en tant que terme général pouvant faire référence à un niveau d'action, un niveau d'intervention, un niveau d'investigation ou un niveau d'enregistrement. De tels niveaux servent à la gestion d'opérations en tant que «niveaux de déclenchement» au-dessus desquels des actions

spécifiées ou des décisions doivent être prises. Ils peuvent être exprimés sous forme de grandeurs mesurables ou autres grandeurs auxquelles des grandeurs mesurées peuvent être reliées.

2.12. Un niveau d'action est «le niveau de débit de dose ou d'activité volumique ou massique au-dessus duquel des actions correctives ou protectrices devraient être mises en œuvre dans les situations d'exposition chronique ou d'exposition d'urgence» (réf. [2], Glossaire). Les niveaux d'action servent souvent à protéger les personnes du public, mais ils présentent également un certain intérêt dans le contexte d'une exposition professionnelle dans des situations d'exposition chronique, particulièrement celles impliquant l'exposition au radon sur les lieux de travail. Ceci est traité de manière plus approfondie dans les par. 2.16–2.30.

2.13. Un niveau d'intervention est «le niveau de dose évitable auquel une action protectrice ou correctrice est prise dans une situation d'exposition d'urgence ou d'exposition chronique» (réf. [2], Glossaire). L'utilisation de ce terme est normalement réservée aux interventions liées à la protection des personnes du public.

2.14. Un niveau d'investigation est «la valeur d'une grandeur telle que la dose effective, l'incorporation ou la contamination par unité de surface ou de volume à laquelle ou au-dessus de laquelle il faudrait procéder à une investigation» (réf. [2], Glossaire), c'est-à-dire que, si les niveaux d'investigation sont dépassés, un examen des mesures de protection devrait être déclenché pour rechercher les causes. L'utilisation des niveaux d'investigation est traitée de manière plus complète dans les sections 4 et 5.

2.15. Un niveau d'enregistrement est «un niveau de dose, d'exposition ou d'incorporation, spécifié par l'Organisme de réglementation, auquel ou au-dessus duquel il faut inscrire dans les dossiers d'exposition individuels des travailleurs les valeurs des doses, expositions ou incorporations qu'ils ont subies» (réf. [2], Glossaire). L'utilisation des niveaux d'enregistrement est traitée dans la section 5.

APPLICATION DES NFI AUX SOURCES NATURELLES DE RAYONNEMENT

2.16. La situation en ce qui concerne les expositions provenant de sources naturelles autres que celles mentionnées au par. 2.7 doit être étudiée de manière plus approfondie. Comme les expositions provenant de ces sources n'ont pas, dans de nombreux cas, été assujetties au même degré de contrôle réglementaire que les expositions provenant de sources de rayonnement artificielles, il est possible que des contrôles doivent être introduits là où aucun n'avait été précédemment jugé

nécessaire. Le texte suivant tiré des NFI (réf. [2], par. 2.1, 2.2 et 2.5) fournit la base qui servira à l'élaboration d'une politique de protection pour les sources naturelles de rayonnement:

«Les pratiques auxquelles s'appliquent les Normes sont notamment les suivantes:

- (a) production de sources et utilisation de rayonnements ou de substances radioactives à des fins médicales, industrielles, vétérinaires ou agricoles ou pour l'enseignement, la formation ou la recherche, y compris toute activité liée à cette utilisation qui entraîne ou pourrait entraîner une exposition à des rayonnements ou à des substances radioactives;

.....

- (c) pratiques donnant lieu à une exposition à des sources naturelles dont l'Organisme de réglementation spécifie qu'elles doivent être contrôlées;»

«Les sources associées à des pratiques auxquelles s'appliquent les prescriptions des Normes relatives aux pratiques sont notamment les suivantes:

- (a) substances radioactives et dispositifs contenant des substances radioactives ou émettant des rayonnements, dont les produits de consommation, les sources scellées, les sources non scellées et les générateurs de rayonnements, y compris les appareils de radiographie mobiles;
- (b) établissements et installations contenant des substances radioactives ou des dispositifs émettant des rayonnements, dont les installations d'irradiation, les mines et les usines de préparation des minerais radioactifs, les installations de traitement des substances radioactives, les installations nucléaires et les installations de gestion des déchets radioactifs;
- (c) toute autre source spécifiée par l'Organisme de réglementation.»

«L'exposition à des sources naturelles est normalement considérée comme une situation d'exposition chronique et, s'il y a lieu, soumise aux prescriptions relatives aux interventions, si ce n'est que:

- (b) l'exposition professionnelle des travailleurs aux sources naturelles est soumise aux prescriptions relatives aux pratiques figurant dans la présente section si lesdites sources entraînent:
 - (i) une exposition au radon nécessitée par ou directement liée à leur travail, que l'exposition soit supérieure ou inférieure au niveau d'action pour l'action corrective dans les situations d'exposition chronique au radon

- dans les lieux de travail, à moins que l'exposition ne soit exclue ou que la pratique ou la source ne soit exemptée; ou
- (ii) une exposition au radon qui n'est pas liée à leur travail mais qui est supérieure au niveau d'action pour l'action corrective dans les situations d'exposition chronique au radon dans les lieux de travail, à moins que l'exposition ne soit exclue ou que la source ne soit exemptée; ou
 - (iii) une exposition dont l'Organisme de réglementation spécifie qu'elle est soumise à de telles prescriptions.»

2.17. Le terme «substance radioactive» n'est pas spécifiquement défini dans les NFI; il faut noter en particulier que le terme n'est pas défini par référence aux radioéléments artificiels. De ce fait, les NFI sont censées s'appliquer aux radioéléments naturels extraits de minerais, indépendamment de l'utilisation qu'il en est faite. Les sources scellées et non scellées contenant des radioéléments naturels comme le radium-226 devraient de ce fait être traitées comme faisant partie d'une pratique.

2.18. Si l'on considère le par. 2.5(b)(i) des NFI, il est clair que l'extraction et le traitement de minerais radioactifs devraient être traités comme des pratiques. Toutes les expositions dans ces situations, y compris celles provenant du radon, devraient être assujetties aux exigences relatives aux pratiques, indépendamment du fait que les concentrations de radon dans l'air puissent être supérieures au niveau d'action spécifié dans les NFI.

2.19. Le par. 2.5(b)(ii) des NFI devrait être pris dans le sens que les expositions au radon sur les lieux de travail autres que celles traitées au par. 2.5(b)(i) devraient être assujetties aux exigences relatives à l'exposition professionnelle si la concentration en radon dépasse le niveau d'action. Toutefois, ceci ne s'applique pas si l'exposition a été exclue ou si la pratique ou la source a été exemptée. Parmi les exemples de lieux de travail où l'exposition au radon peut survenir et où les niveaux sont susceptibles de dépasser le niveau d'action on peut citer les mines (autres que celles destinées à produire des minerais radioactifs), les stations thermales et les lieux de travail de surface dans des zones sujettes au radon.

2.20. Les niveaux d'action s'appliquent aux situations d'exposition chronique, décrites dans l'annexe VI des NFI. Le but principal d'un niveau d'action est de définir les circonstances dans lesquelles des actions protectrices ou des actions correctives doivent être prises. Dans le cas d'une exposition fortuite au radon, la procédure devrait être, pour l'organisme de réglementation, d'identifier ou de déterminer, au moyen d'une enquête ou autrement, les lieux de travail possédant des concentrations en radon supérieures au niveau d'action. On devrait étudier si les concentrations

peuvent raisonnablement être diminuées et devenir inférieures au niveau d'action. Lorsqu'il n'est pas possible de réduire suffisamment les concentrations, les exigences relatives aux pratiques devraient être appliquées. Ainsi, à ce stade, la valeur numérique du niveau d'action a une signification conceptuellement différente de celle qui lui avait été attribuée initialement. Elle ne devrait plus être utilisée comme base de décision pour une intervention, mais comme base de décision pour prendre en compte les expositions pouvant découler d'une pratique.

2.21. Le niveau d'action pour le radon sur un lieu de travail est indiqué dans les NFI sous forme d'une concentration moyenne annuelle de 1000 Bq/m³, qui équivaut normalement à une dose effective annuelle d'environ 6 mSv. Cette valeur est le point milieu de la plage de 500–1500 Bq/m³ recommandée par la CIPR [11] et, de ce fait, certains organismes de réglementation pourront préférer utiliser un niveau inférieur à celui spécifié par les NFI. Il faut noter que la plage de valeurs donnée par la CIPR a été basée sur un facteur d'équilibre théorique entre le radon et ses produits de filiation d'environ 0.4. Il est pratique d'adopter une valeur unique pour le niveau d'action qui s'applique à toutes les situations quel que soit le facteur d'équilibre. Néanmoins, bien que ceci ne soit pas formulé explicitement dans les NFI, d'autres niveaux d'action peuvent être appropriés si le facteur d'équilibre est significativement différent de celui-ci, ce qui peut être le cas de certaines mines.

2.22. Sur les lieux de travail, particulièrement dans des mines souterraines, il peut exister des écarts importants, dans l'espace et le temps, de la concentration en radon et de celle de ses produits de filiation. Ceci devrait être pris en compte lorsqu'il faut décider si le niveau d'action est dépassé.

2.23. La difficulté pour l'application d'un niveau d'action à de nouveaux lieux de travail est que les concentrations en radon ne peuvent être prévues avec précision. Elles ne peuvent être déterminées qu'après la construction du lieu de travail. Il s'ensuit que l'organisme de réglementation devra établir une base pour identifier à l'avance les lieux de travail sur lesquels les concentrations en radon sont susceptibles de dépasser le niveau d'action. La conception et la construction devraient alors inclure des mesures préventives ainsi que le niveau d'action appliqué après la construction du lieu de travail en tant que vérification de l'efficacité des mesures préventives.

2.24. Le par. 2.5(b)(iii) des NFI stipule que l'organisme de réglementation peut spécifier que d'autres situations impliquant des expositions à des sources de rayonnement naturelles doivent être assujetties aux exigences relatives aux pratiques. Les autres situations dans lesquelles des expositions à des sources de rayonnement naturelles au travail peuvent nécessiter d'être prises en compte incluent:

- (a) L'extraction, le traitement, la manipulation et l'utilisation de matières contenant des taux élevés de radioéléments naturels (en plus des minerais d'où sont extraits l'uranium et le thorium);
- (b) La présence de matières dans lesquelles l'activité volumique ou massique des radioéléments naturels a été accrue lors du traitement, par exemple, dans les dépôts ou le tartre que l'on trouve parfois dans les tuyauteries des installations de forage pétrolier;
- (c) L'exposition accrue aux rayonnements cosmiques due au vol à haute altitude;
- (d) Les lieux où il existe des débits de dose élevés en rayonnement gamma dus à la présence de substances radioactives naturelles dans le sol et les matériaux de construction constituant le lieu de travail.

2.25. L'organisme de réglementation devrait d'abord enquêter sur ces situations pour déterminer l'ampleur des expositions. Lorsque les expositions sont considérées comme étant suffisamment importantes, l'organisme de réglementation devrait décider si elles doivent être assujetties aux exigences relatives aux pratiques.

2.26. La méthode appliquée au radon ne paraît pas appropriée aux cas (a), (b) et (c) du par. 2.24. Pour ces situations, il pourrait être adéquat de spécifier des groupes particuliers de travailleurs dont l'exposition devrait être assujettie aux exigences relatives aux pratiques, par exemple l'équipage de compagnies aériennes. Une autre approche pourrait être de définir des niveaux de dose annuelle ou autre grandeur au-dessus desquels les exigences s'appliqueraient. Ces niveaux serviraient alors de moyens efficaces pour définir quand l'exposition est exclue ou quand la pratique ou la source est exemptée. Dans les cas (a) et (b) du par. 2.24, une grandeur appropriée à utiliser pour ces niveaux serait l'activité volumique ou massique. Pour des raisons pratiques, l'organisme de réglementation peut vouloir utiliser les niveaux comme base d'une définition quantitative d'une substance radioactive. On pourrait, par exemple, utiliser les niveaux d'exemption d'activité volumique ou massique pour les radioéléments naturels, donnés dans l'appendice I des NFI, ou des niveaux libératoires.

2.27. Dans les situations décrites dans les parties (a) et (b) du par. 2.24, la manipulation et l'utilisation de grandes quantités de minéraux et autres matières contenant des substances radioactives naturelles avec des activités massiques situées dans la plage 1–10 Bq/g (de radioélément parent) peuvent, dans des conditions poussiéreuses, entraîner une dose effective annuelle d'environ 1–2 mSv [5]. Les données expérimentales sur l'exposition des travailleurs au rayonnement gamma et aux poussières émanant de l'extraction à ciel ouvert et du traitement de minerais de phosphate sédimentaire contenant 1,5 Bq/g d'uranium-238 confirment cette analyse [12]. Le contrôle, s'il est considéré comme nécessaire, inclurait l'utilisation des méthodes

pour supprimer ou confiner les poussières en suspension dans l'air et la surveillance radiologique générale.

2.28. Le débit de dose provenant des rayonnements cosmiques varie avec l'altitude, la latitude et la phase du cycle solaire. Lorsque l'on considère l'exposition aux rayonnements cosmiques dans un avion à réaction (voir par. 2.24(c)), un temps de vol de 200 h par an à une altitude de 12 km est approximativement équivalent à une dose effective annuelle d'environ 1 mSv [12]. La principale action pouvant être prise serait d'évaluer et d'enregistrer les expositions professionnelles du personnel navigant dont les doses dépassent les critères spécifiés par l'organisme de réglementation. Il peut être également nécessaire de mettre en œuvre une gestion particulière des membres du personnel navigant féminin qui ont déclaré être enceintes (voir par. 2.39). Des informations supplémentaires concernant l'exposition du personnel navigant ont été publiées par l'European Dosimetry Group EURADOS [13].

2.29. Lorsque l'on considère les débits de dose de rayonnement gamma élevés (par. 2.24(d)), il peut être approprié d'appliquer une méthode similaire à celle utilisée pour l'exposition au radon non directement liée au travail (traitée dans le par. 2.19). Un débit de dose gamma de 0,5 $\mu\text{Sv/h}$ pour une année de travail (2000 h) est équivalent à une dose effective annuelle d'environ 1 mSv et ce débit de dose ou un multiple de celui-ci peut être adopté comme valeur du niveau d'action. En tout premier lieu, de tels cas seraient traités en tant que situations d'exposition chronique et assujettis aux exigences relatives à l'intervention. Si le débit de dose dépassait le niveau d'action choisi par l'organisme de réglementation, il faudrait savoir s'il peut raisonnablement être ramené à une valeur inférieure à celle du niveau d'action (en installant, par exemple, un blindage de protection). Si le débit de dose ne peut être raisonnablement ramené à un niveau inférieur à celui du niveau d'action, la valeur numérique du niveau d'action pourra alors être utilisée pour définir le moment où les exigences relatives aux pratiques devraient s'appliquer.

2.30. Un résumé de la méthode utilisée pour la définition et l'utilisation du terme «exposition professionnelle» est donné dans la Fig. 2. Il faut noter que l'identification des situations d'exposition avec des sources naturelles de rayonnement auxquelles il faut prêter attention peut prendre énormément de temps et, de ce fait, il sera bon que l'organisme de réglementation développe une stratégie qui permettra de traiter plus aisément le problème.

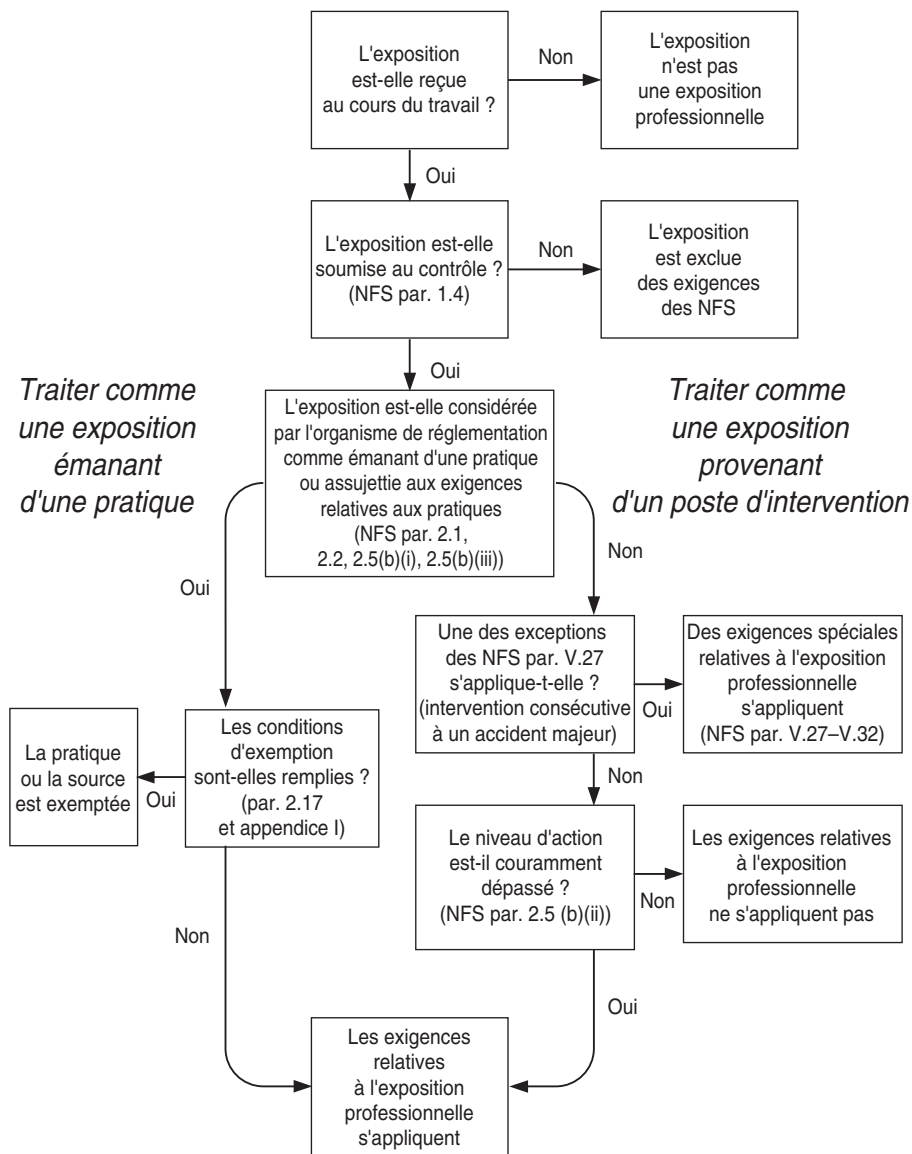


FIG. 2. Tableau décisionnel de l'exposition professionnelle illustrant les tests pouvant être appliqués pour chaque composante (par exemple, radon, rayonnement externe, incorporation de radioéléments).

EXIGENCES DE RADIOPROTECTION

2.31. Les principes de la radioprotection et de la sûreté concernant les pratiques données dans les NFI (réf. [2], par. 2.20, 2.23 et 2.24) sont les suivants:

(a) Justification des pratiques

«Une pratique ou une source associée à une pratique ne devrait être autorisée que si la pratique procure aux individus exposés ou à la société un avantage suffisant pour compenser les effets radiologiques nocifs qu'elle pourrait entraîner, c'est-à-dire si la pratique est justifiée, compte tenu des facteurs sociaux, économiques et des autres facteurs pertinents.»

Le processus destiné à déterminer si une pratique est justifiée comporte l'étude de toutes les doses d'irradiation reçues par les travailleurs et les personnes du public. L'hypothèse faite dans ce guide de sûreté est que le processus de justification a déjà été mis en œuvre et que la contribution de l'exposition professionnelle au détriment total causé par le rayonnement a été prise en compte. Le sujet relatif à la justification des pratiques n'est, de ce fait, pas traité de manière plus approfondie dans ce guide de sûreté.

(b) Limitation des doses

«L'exposition normale des individus est restreinte de façon que ni la dose effective totale ni la dose équivalente totale aux organes ou tissus concernés, résultant de l'association éventuelle d'expositions dues à des pratiques autorisées, ne dépassent toute limite de dose applicable qui est spécifiée à l'appendice complémentaire II, sauf dans des circonstances particulières prévues dans l'appendice I.»

La limite de la dose effective représente le niveau au-dessus duquel le risque d'effets stochastiques dus au rayonnement est considéré comme étant inacceptable. Pour l'exposition localisée du cristallin de l'œil, des extrémités et de la peau, cette limite imposée à la dose effective n'est pas suffisante pour garantir la prévention d'effets déterministes et, de ce fait, des limites imposées pour la dose équivalente sont spécifiées pour de telles situations. L'application des limites de dose pour l'exposition professionnelle dans les NFI est traitée dans la section 3 de ce guide de sûreté.

(c) Optimisation de la protection et de la sûreté

«Pour les expositions dues à toute source associée à une pratique, sauf dans le cas des expositions médicales thérapeutiques, la protection et la sûreté sont optimisées

de façon que la valeur des doses individuelles, le nombre de personnes exposées et la probabilité de subir des expositions soient maintenus aussi bas qu'il est raisonnablement possible, compte tenu des facteurs sociaux et économiques, avec cette restriction que les doses aux individus délivrées par la source doivent faire l'objet de contraintes de dose.»

Ce principe, traité en détail dans la section 4, est tout particulièrement important pour la mise en œuvre des mesures de radioprotection sur les lieux de travail et, de ce fait, sous-tend une grande partie des conseils prodigués dans ce guide de sûreté.

2.32. Les obligations fondamentales pour l'intervention sont les suivantes (réf. [2], par. 3.3 et 3.4):

- (a) «Afin de réduire ou d'éviter les expositions dans des situations d'interventions, des actions protectrices ou correctives sont mises en œuvre chaque fois qu'elles se justifient»;
- (b) «La forme, l'ampleur et la durée de ces actions protectrices ou correctives sont optimisées de façon à produire le plus grand avantage net possible — au sens large du mot — étant donné les conditions sociales et économiques existantes.»

RESPONSABILITÉS

Responsabilités des titulaires d'enregistrements ou de licences et des employeurs

2.33. Dans les par. I.1 et I.2 (de l'annexe I), les NFI (réf. [2]) précisent que:

«Il incombe aux titulaires d'enregistrements ou de licences et aux employeurs de travailleurs qui exercent des activités comportant des expositions normales ou une exposition potentielle:

- (a) de protéger les travailleurs contre les expositions professionnelles;
- (b) de respecter toutes les autres prescriptions pertinentes des Normes.»

et que «les employeurs qui sont également titulaires d'enregistrements ou de licences ont à la fois les responsabilités qui incombent aux employeurs et celles qui incombent aux titulaires d'enregistrements ou de licences.»

2.34. Dans le par. I.4, les NFI (réf. [2]) précisent que, pour assumer leurs responsabilités:

«Les employeurs et les titulaires d'enregistrements ou de licences font en sorte que, pour tous les travailleurs exerçant des activités qui comportent ou pourraient comporter une exposition professionnelle:

- (a) les expositions professionnelles soient limitées conformément à ce qui est spécifié à l'appendice complémentaire II;
- (b) la protection et la sûreté professionnelles soient optimisées conformément aux prescriptions principales pertinentes des Normes;
- (c) les décisions relatives aux mesures de protection et de sûreté professionnelles soient consignées et communiquées aux parties concernées, le cas échéant par l'intermédiaire de leurs représentants, conformément à ce qui est spécifié par l'Organisme de réglementation;
- (d) des politiques, procédures et dispositions organisationnelles de protection et de sûreté soient mises en place en vue de l'application des prescriptions pertinentes des Normes, la priorité étant donnée aux mesures de conception et aux mesures techniques destinées à permettre de maîtriser les expositions professionnelles;
- (e) des installations, équipements et services adaptés et suffisants aux fins de la protection et la sûreté soient fournis et que leur nature et leur importance soient en rapport avec la valeur et la probabilité prévisibles de l'exposition professionnelle;
- (f) les services de surveillance de la santé et les services sanitaires nécessaires soient fournis;
- (g) des dispositifs de protection et des appareils de contrôle radiologique appropriés soient fournis et que des dispositions soient prises en vue de leur bonne utilisation;
- (h) un personnel approprié et suffisant soit fourni et bénéficie d'une formation adéquate en matière de protection et de sûreté, ainsi que de recyclages et de mises à jour des connaissances périodiques selon les besoins afin d'assurer le niveau de compétence nécessaire;
- (i) les dossiers voulus soient tenus conformément aux Normes;
- (j) des dispositions soient prises pour faciliter la consultation et la coopération avec les travailleurs en matière de protection et de sûreté, le cas échéant par l'intermédiaire de leurs représentants, à propos de toutes les mesures nécessaires aux fins d'une application efficace des Normes;
- (k) les conditions nécessaires à la promotion d'une culture de sûreté soient réunies.»

2.35. En résumé, les titulaires d'enregistrements ou de licences et les employeurs des travailleurs ont la responsabilité de garantir que les expositions sont limitées (NFI par. I.4(a)), que la protection et la sûreté sont optimisées (NFI par. I.4(b)) et que

les programmes de radioprotection appropriés sont établis et mis en œuvre (NFI par. I.4(c)–(k)). Les implications de l’accomplissement de ces responsabilités sont développées en de nombreux endroits de ce guide de sûreté. Ces responsabilités seront confiées à la direction des titulaires d’enregistrements ou de licences ou aux employeurs. Pour des raisons de simplification, le terme «direction» sera utilisé pour désigner les titulaires d’enregistrements ou de licences et les employeurs dans les sections suivantes de ce guide, sauf lorsqu’il sera nécessaire de spécifier quelle entité est concernée.

Responsabilités des travailleurs

2.36. Les travailleurs peuvent, par leurs propres actions, contribuer à leur protection et sûreté et à celle des autres au travail. Les NFI (réf. [2], par. I.10) spécifient que:

«Les travailleurs:

- (a) se conforment à toutes les règles ou procédures applicables en matière de protection et de sûreté qui sont spécifiées par l’employeur ou le titulaire d’enregistrement ou de licence;
- (b) utilisent correctement les dispositifs de contrôle radiologique ainsi que les équipements et les vêtements de protection qui leur sont fournis;
- (c) coopèrent avec l’employeur ou le titulaire d’enregistrement ou de licence en matière de protection et de sûreté et pour la mise en œuvre des programmes de surveillance de la santé dans le domaine radiologique et d’évaluation des doses;
- (d) fournissent à l’employeur ou au titulaire d’enregistrement ou de licence les informations sur leurs emplois antérieurs et actuel qui peuvent contribuer à assurer, pour eux-mêmes et pour autrui, une protection et une sûreté efficaces et globales;
- (e) s’abstiennent de tout acte intentionnel qui pourrait les placer ou placer autrui dans des situations qui contreviennent aux prescriptions des Normes;
- (f) acceptent les informations, les instructions et la formation concernant la protection et la sûreté qui leur permettront de faire leur travail en se conformant aux prescriptions des Normes.»

2.37. Les travailleurs ont également la responsabilité de fournir un retour d’expérience à la direction, particulièrement lorsque des circonstances défavorables vis-à-vis du programme de radioprotection surviennent. Les NFI recommandent que, «si pour une raison quelconque un travailleur décèle des circonstances susceptibles de nuire à l’application des Normes, il les signale dès que possible à l’employeur et au titulaire d’enregistrement ou de licence» (réf. [2], par. I.11). Dans ce cas, les NFI prescrivent que les employeurs ou les titulaires d’enregistrements ou de licences

«consignent la déclaration d'un travailleur qui décèle des circonstances susceptibles de nuire à l'application des Normes et prennent les mesures appropriées» (réf. [2], par. I.12).

2.38. Étant le principal responsable de la protection des travailleurs, la direction «mettra tout en œuvre pour que les travailleurs puissent facilement se conformer aux exigences des Normes» (réf. [2], par. I.9). Il existe, dans les NFI, des exigences imposant à la direction de fournir les installations appropriées pour la protection des travailleurs et de former ces derniers et les consulter (par l'intermédiaire de leurs représentants le cas échéant) sur l'utilisation de ces installations. Des conseils supplémentaires sont donnés dans la discussion sur les programmes de radioprotection de la section 5.

2.39. Les travailleuses et les employeurs ont tous deux des responsabilités en ce qui concerne la protection de l'embryon ou du fœtus. La travailleuse elle-même «devrait, si elle s'aperçoit qu'elle est enceinte, le faire savoir à son employeur afin que ses conditions de travail puissent être modifiées si besoin est» (réf. [2], par. I.16). Lorsque la grossesse est notifiée, ceci «n'est pas considéré comme une raison de priver une travailleuse d'un emploi», mais il est de la responsabilité de l'employeur «d'adapter les conditions de travail en ce qui concerne l'exposition professionnelle afin que l'embryon ou le fœtus bénéficie du même niveau général de protection qui est requis pour les personnes du public» (réf. [2], par. I.17).

Coopération entre les titulaires d'enregistrements ou de licences et les employeurs

2.40. La gestion de la protection et de la sûreté des travailleurs migrants, temporaires ou itinérants et d'autres qui sont employés sous contrat dans des organisations autres que celle de l'exploitant constitue un point crucial. Afin que ces travailleurs soient correctement protégés et ne dépassent pas toute dose limite appropriée, il devrait exister un degré adéquat de coopération entre l'employeur, les travailleurs (par l'intermédiaire de leurs représentants le cas échéant) et la direction des installations pour lesquelles des contrats ont été signés, que ces installations se trouvent dans le même pays ou ailleurs. Les NFI (réf. [2], par. 1.30) précisent que:

«Si des travailleurs sont affectés à des travaux qui mettent en jeu ou pourraient mettre en jeu une source qui n'est pas sous le contrôle de leur employeur, le titulaire d'enregistrement ou de licence qui en a la responsabilité et l'employeur échangent des informations ou coopèrent autrement, selon les besoins, pour faciliter la prise de mesures de protection et de dispositions de sûreté appropriées.»

(Un travailleur indépendant est considéré comme ayant à la fois les fonctions d'employeur et de travailleur, comme spécifié dans la définition d'un «travailleur» formulée dans les NFI). Les NFI développent ce sujet dans un grand nombre d'autres paragraphes connexes. Les organismes de réglementation devraient, de ce fait, s'assurer que la réglementation existe et exige une protection adéquate et une évaluation de dose appropriée pour de tels travailleurs, cohérentes avec les normes appliquées à la main-d'œuvre en général. La conception des programmes de surveillance dont il est fait référence dans la section 5 peut nécessiter de s'occuper spécifiquement de cette situation.

2.41. Les NFI (Réf. [2], par. I.31) précisent que:

«La coopération entre le titulaire d'enregistrement ou de licence et l'employeur porte, selon les besoins, sur:

- (a) l'élaboration et l'application de restrictions d'exposition particulières et autres moyens, de façon que les travailleurs bénéficient de mesures de protection et de dispositions de sûreté au moins équivalentes à celles dont bénéficient les employés du titulaire d'enregistrement ou de licence;
- (b) des évaluations particulières des doses reçues par ces travailleurs;
- (c) la répartition claire et documentée entre l'employeur et le titulaire d'enregistrement ou de licence de leurs responsabilités respectives en matière de protection et de sûreté professionnelles.»

2.42. Les responsabilités spécifiques affectées à l'exploitant incluent, dans ce cas, celles énoncées dans le par. I.7 de l'annexe I des NFI (réf. [2]):

«Si des travailleurs doivent effectuer des travaux qui mettent ou pourraient mettre en jeu une source qui n'est pas sous le contrôle de leur employeur, le titulaire d'enregistrement ou de licence qui est responsable de la source fournit:

- (a) les informations appropriées aux employeurs pour prouver que les travailleurs bénéficient d'une protection conforme aux Normes;
- (b) les autres informations disponibles concernant le respect des Normes, que l'employeur peut demander avant, pendant et après l'engagement de ces travailleurs par le titulaire d'enregistrement ou de licence.»

GRANDEURS UTILISÉES EN DOSIMÉTRIE

2.43. Les grandeurs dans lesquelles les limites de dose données dans les NFI sont exprimées sont la dose effective E et la dose équivalente H_T dans un tissu ou un organe T . Ces grandeurs sont définies de manière formelle dans le glossaire des NFI. La grandeur «dose effective» est généralement considérée comme étant un bon indicateur du détrimement sur la santé causé par une exposition au rayonnement aux niveaux rencontrés lors d'opérations normales. Une limite pour la dose équivalente est nécessaire pour la peau et le cristallin de l'œil afin de garantir la prévention d'effets déterministes dans ces tissus. Les grandeurs de protection E et H_T se rapportent à la somme des doses efficaces ou équivalentes reçues provenant de sources externes dans un temps donné et des doses équivalentes ou efficaces engagées provenant de l'incorporation de radioéléments produits pendant ce temps.

2.44. Les grandeurs fondamentales pour la mesure physique de l'exposition au rayonnement externe incluent la grandeur kerma K et la dose absorbée D , qui sont également définies de manière formelle dans le glossaire des NFI. Ces grandeurs sont utilisées par les laboratoires d'étalonnage nationaux. La nécessité de posséder des grandeurs facilement mesurables pouvant être liées à la dose effective et à la dose équivalente a conduit au développement de grandeurs opérationnelles pour l'évaluation de l'exposition externe. Définies par la Commission internationale des unités et mesures radiologiques (CIUMR) [8, 9], ces grandeurs opérationnelles fournissent une estimation de la dose effective ou équivalente qui évite une sous-estimation et une surestimation excessive dans la plupart des champs de rayonnement rencontrés en pratique. Les grandeurs opérationnelles pour la surveillance de zone sont l'équivalent de dose ambiante $H^*(d)$ et l'équivalent de dose directionnelle $H'(d, \Omega)$, où d est la profondeur dans la sphère de la CIUMR en millimètres. La quantité opérationnelle à utiliser pour le contrôle radiologique individuel est l'équivalent de dose individuelle $H_p(d)$ à la profondeur d dans un tissu mou. En utilisant les grandeurs opérationnelles $H^*(10)$ ou $H_p(10)$, on obtient des valeurs approximatives pour la dose effective. En utilisant les grandeurs opérationnelles $H_p(0,07)$ or $H'(0,07)$, on obtient des valeurs approximatives pour la dose équivalente à la peau. De la même manière, $H_p(3)$ ou $H'(3)$ peuvent être utilisées pour une évaluation approximative de la dose équivalente au cristallin de l'œil. Les définitions formelles des grandeurs opérationnelles sont données dans le glossaire des NFI et le sujet est traité de manière plus approfondie dans la réf. [3].

2.45. La grandeur de première importance pour la dose interne est l'incorporation. L'incorporation est définie dans le glossaire des NFI comme étant le processus d'introduction de radionucléides dans l'organisme par inhalation ou ingestion ou à travers la peau. Dans ce cas, cependant, le terme est utilisé pour faire référence à l'activité du radionucléide introduit dans l'organisme. L'incorporation est normalement déterminée à partir de mesures individuelles, par exemple des mesures in vitro de l'activité dans des échantillons, des mesures in vivo (organisme complet, thorax, comptage thyroïdien, etc.) ou des mesures utilisant un échantillonnage de l'air individuel. Dans certains cas, toutefois, les mesures «d'exposition» en fonction de la concentration dans l'air intégrée dans le temps devront éventuellement être déterminées par un contrôle radiologique de zone. L'incorporation de chaque radionucléide j est ensuite multipliée par le coefficient de dose approprié (dose effective engagée par unité d'incorporation) pour l'ingestion $e(g)_{j,ing}$ ou pour l'inhalation $e(g)_{j,inh}$ [14], pour déterminer la dose effective engagée. La dose effective engagée, $E(\tau)$, est définie dans le glossaire des NFI; τ est la durée après une incorporation sur laquelle la dose est intégrée. Dans le cas d'une exposition professionnelle, seuls les adultes sont exposés et, de ce fait, on prend 50 ans pour la valeur de τ quel que soit l'âge lors de l'incorporation.

2.46. La dose effective totale E_t reçue ou engagée pendant un temps t peut être estimée à l'aide de l'expression suivante:

$$E_t = H_p(10) + \sum_j e(g)_{j,ing} I_{j,ing} + \sum_j e(g)_{j,inh} I_{j,inh}$$

où $H_p(10)$ est l'équivalent de dose individuelle à une profondeur de 10 mm dans un tissu mou pendant un temps t , $e(g)_{j,ing}$ et $e(g)_{j,inh}$ sont les coefficients de dose pour, respectivement, l'ingestion et l'inhalation du radionucléide j par groupe d'âge g , et $I_{j,ing}$ et $I_{j,inh}$ sont les incorporations, via ingestion et inhalation respectivement, du radionucléide j pendant un temps t . Pour une exposition professionnelle, les valeurs appropriées pour $e(g)_{j,ing}$ et $e(g)_{j,inh}$ sont celles des travailleurs adultes, données dans le tableau II-III des NFI (les coefficients de conversion pour les produits de filiation du radon sont donnés dans le tableau II-II des NFI).

3. LIMITATION DE DOSE

LIMITES DE DOSE

3.1. La limite de dose est définie dans les NFI comme étant «la valeur de la dose effective ou de la dose équivalente à des individus résultant de pratiques sous contrôle, qui ne doit pas être dépassée». Les limites de dose effectives pour l'exposition professionnelle s'appliquent à la somme des doses effectives provenant de sources externes et des doses effectives engagées provenant d'incorporations pendant la même période (réf.[2], par. II-5):

«L'exposition professionnelle de tout travailleur est maîtrisée de façon que les limites ci-après ne soient pas dépassées:

- (a) dose effective de 20 mSv par an en moyenne sur cinq années consécutives³⁸;
- (b) dose effective de 50 mSv en une seule année;
- (c) dose équivalente au cristallin de 150 mSv en un an;
- (d) dose équivalente aux extrémités (mains et pieds) ou à la peau³⁹ de 500 mSv en un an.

³⁸ La période de calcul des doses moyennes débute le premier jour de la période annuelle pertinente qui suit la date d'entrée en vigueur des Normes, sans effet rétroactif.

³⁹ Les limites de dose équivalente pour la peau s'appliquent à la dose moyenne sur 1 cm² de la zone la plus fortement irradiée de la peau. La dose à la peau contribue aussi à la dose effective, sa part correspondant à la dose moyenne à l'ensemble de la peau multipliée par le facteur de pondération tissulaire pour la peau.»

3.2. Des limites distinctes sont spécifiées pour les apprentis de 16–18 ans qui se forment pour un emploi impliquant une exposition aux rayonnements et pour les étudiants de 16–18 ans qui doivent utiliser des sources au cours de leurs études (réf. [2], par. II-6, avec la note de bas de page 39 comme mentionné ci-dessus):

«L'exposition professionnelle est maîtrisée de façon que les limites ci-après ne soient pas dépassées:

- (a) dose effective de 6 mSv en un an;
- (b) dose équivalente au cristallin de 50 mSv en un an;
- (c) dose équivalente aux extrémités ou à la peau³⁹ de 150 mSv en un an.»

3.3. Les organismes de réglementation devraient définir clairement la convention à suivre pour la détermination des périodes à utiliser pour la limitation de dose. L'année

civile ou l'année fiscale nationale sont des exemples simples qui peuvent être utilisés pour définir une période d'un an. Des périodes «continues» de cinq ans, dans lesquelles l'année en cours (civile ou fiscale) est prise comme année finale pour la période de cinq ans, peuvent être choisies pour des calculs de moyenne. D'autres conventions peuvent être adoptées pour satisfaire aux obligations réglementaires nationales.

3.4. Parmi les cas où la souplesse procurée par l'utilisation d'une valeur moyenne des doses sur cinq ans peut être nécessaire, on peut citer les opérations de maintenance planifiées dans les centrales nucléaires. Toutefois, la plupart du temps, à condition que le principe d'optimisation de la protection ait été convenablement appliqué, il sera très rare que les travailleurs dépassent la dose effective annuelle de 20 mSv. Lorsque la souplesse procurée par l'utilisation d'une valeur moyenne n'est pas nécessaire, l'organisme de réglementation peut décider de continuer à utiliser une limite annuelle; la limite de dose serait alors de 20 mSv par an.

3.5. La méthode générale d'application des limites de dose où toute la souplesse est utilisée (c'est-à-dire l'utilisation d'une valeur moyenne des doses sur cinq ans) peut être résumée comme suit:

- (a) En général, la dose effective d'un travailleur individuel ne devrait pas dépasser 20 mSv par an;
- (b) Lorsque les doses d'un travailleur individuel dépassent 20 mSv en une année mais restent inférieures à la limite de dose de 50 mSv, la direction, le cas échéant, devrait procéder comme suit:
 - (i) Procéder à un examen de l'exposition pour déterminer si les doses étaient aussi faibles que raisonnablement possible et, le cas échéant, prendre les mesures correctives nécessaires;
 - (ii) Envisager les moyens de limiter ultérieurement les doses effectives reçues par le travailleur individuel afin que la dose effective totale pour ce travailleur, dans la période de calcul de la moyenne sur cinq ans choisie, soit inférieure à 100 mSv;
 - (iii) Notifier à l'organisme de réglementation l'ampleur de la dose et les circonstances ayant conduit à l'exposition.

3.6. Les NFI obligent les organismes de réglementation à exiger que les employeurs leur signalent rapidement tout dépassement de limite de dose. Les employeurs devraient de ce fait avoir mis en place des systèmes pour notifier à l'organisme de réglementation et aux travailleurs concernés par l'événement qu'une limite de dose a été dépassée (réf. [2], par. 1.11, 1.12 et 1.14):

«En cas de violation de l'une quelconque des prescriptions applicables des Normes, les parties principales, selon qu'il convient:

.....

- (c) informent l'Organisme de réglementation, et s'il y a lieu les organisations de parrainage compétentes, des causes de cette violation et des mesures correctives ou préventives mises en œuvre ou à mettre en œuvre.»

«Toute violation des Normes est signalée sans délai...»

.....

«Les violations intentionnelles, les tentatives de violation ou les ententes délictueuses visant à la violation d'une prescription quelconque des Normes relèvent des dispositions prévues pour ces infractions dans la législation nationale, ou par l'Organisme de réglementation...»

Les organismes de réglementation sont, de ce fait, également obligés d'établir l'éventail des actions et pénalités pouvant être décidées à l'encontre de tout employeur qui ne tient pas compte de l'exigence des NFI en ce qui concerne les limites de dose.

3.7. Les situations où les travailleurs dépassent la limite annuelle de 50 mSv devraient être considérées comme exceptionnelles. Elles peuvent se produire à la suite d'un cas d'urgence, d'un accident ou d'une intervention. Dans le cas où un travailleur reçoit une exposition annuelle dépassant 50 mSv, le travailleur pourrait continuer à travailler sous rayonnements à condition que:

- (a) L'organisme de réglementation, en tenant compte de la santé du travailleur, considère qu'il n'existe aucune raison pour l'empêcher de continuer à travailler sous rayonnement;
- (b) La direction et l'organisme de réglementation, en collaboration avec le travailleur (par l'intermédiaire de ses représentants le cas échéant), se mettent d'accord sur une restriction provisoire de dose et la période sur laquelle elle s'applique.

Une restriction au pro rata de la période restante à laquelle la limite de dose se rapporte peut être appropriée et d'autres restrictions devront peut-être être appliquées pour respecter la limite de dose de 100 mSv en cinq ans.

3.8. En général, les limites de doses s'appliquent de manière identique aux travailleurs et aux travailleuses. Cependant, étant donné la possibilité d'une sensibilité plus grande du fœtus aux rayonnements, des contrôles supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires pour les travailleuses enceintes. Les exigences spéciales pour la protection radiologique des travailleuses enceintes sont exposées aux par. 2.39, 5.33 et 5.98.

3.9. Les organismes de réglementation devraient s'assurer de l'existence de systèmes empêchant les travailleurs ayant reçu une exposition proche d'une limite de dose applicable d'être privés de leur droit au travail. Il peut arriver qu'un travailleur reçoive involontairement une dose totale proche de la dose limite applicable, telle que des expositions futures prévues puissent entraîner le dépassement de cette limite. Cette situation devrait être traitée de la même manière que celle d'un travailleur qui dépasse une limite de dose (voir par. 3.7).

CIRCONSTANCES PARTICULIÈRES

3.10. Même si une pratique est justifiée et est conçue et conduite selon les règles de l'art et que la radioprotection dans la pratique a été optimisée, il peut exister des circonstances particulières dans lesquelles des expositions professionnelles restent quand même supérieures aux limites de dose. Par exemple, il peut arriver qu'à un moment donné il y ait quelque difficulté à respecter la limite précédente de 50 mSv par an et qu'une période de transition soit nécessaire.

3.11. Une modification provisoire de ces mesures de limitation de dose est autorisée par les NFI, à condition de remplir un certain nombre de conditions, dont une approbation préalable de l'organisme de réglementation. Des procédures pour faire varier les limites de dose dans des circonstances particulières sont recommandées dans les par. I.50–I.54 (annexe I) des NFI et deux alternatives pour une modification provisoire des exigences de limitation de dose sont spécifiées au par. II-7 (appendice II) des NFI.

3.12. La nécessité d'utiliser ces conditions et procédures pour les circonstances particulières diminuera avec le temps et, de ce fait, le détail des exigences n'est pas repris ici.

TABLEAU I. LIMITES D'INCORPORATION ET D'EXPOSITION
POUR LES PRODUITS DE FILIATION DU RADON ET DU THORON

Période de temps	Grandeur	Unités	Produit de filiation du radon	Produit de filiation du thoron
Moyenne annuelle sur 5 ans	Incorporation d'énergie potentielle alpha	J	0,017	0,051
	Exposition d'énergie potentielle alpha	J·h/m ³	0,014	0,042
		Bq·h/m ³	2,5 × 10 ⁶ ^a	—
		nm	4,0	12
Maximum dans l'année	Incorporation d'énergie potentielle alpha	J	0,042	0,127
	Exposition d'énergie potentielle alpha	J·h/m ³	0,035	0,105
		Bq·h/m ³	6,3 × 10 ⁶ ^a	—
		nm	10,0	30

^a Ces activités volumiques intégrées dans le temps se rapportent à la concentration équivalente d'équilibre du radon. La concentration intégrée dans le temps associée de gaz radon est obtenue en divisant par le facteur d'équilibre approprié.

LIMITES D'EXPOSITION POUR LES PRODUITS DE FILIATION DU RADON ET DU THORON

3.13. Les limites relatives à l'incorporation et à l'exposition des produits de filiation du radon et du thoron données dans l'appendice II des NFI sont résumées dans le tableau I.

4. OPTIMISATION DE LA RADIOPROTECTION POUR LES PRATIQUES

GÉNÉRALITÉS

4.1. L'optimisation de la protection doit être envisagée à tous les stades de la vie des équipements et des installations, en ce qui concerne les expositions normales et potentielles. En conséquence, toutes les situations — de la conception, en passant par

l'exploitation, jusqu'au déclassement et à la gestion des déchets — devraient être envisagées dans la procédure d'optimisation.

4.2. D'un point de vue pratique, le principe d'optimisation réclame une approche qui:

- (a) envisage toutes les actions possibles impliquant les sources et la façon dont les travailleurs opèrent avec ou près des sources;
- (b) implique un processus de «gestion par objectif» avec la séquence suivante: définition des objectifs, mesure des performances, évaluation et analyse des performances pour définir les actions correctives et définition des nouveaux objectifs;
- (c) peut être adaptée pour prendre en compte toute modification significative de l'état des techniques, des moyens de protection disponibles ou du contexte social en vigueur;
- (d) encourage la responsabilité, de façon à ce que toutes les parties adoptent une attitude responsable vis-à-vis du processus d'élimination des expositions inutiles.

4.3. Le processus d'optimisation devrait prendre en compte:

- (a) Les moyens disponibles pour la protection;
- (b) La répartition de l'exposition individuelle et collective entre les différents groupes de travailleurs et entre les travailleurs et les personnes du public;
- (c) La probabilité et l'ampleur d'une exposition potentielle;
- (d) L'impact potentiel des actions de protection sur le niveau des autres risques (non radiologiques) pour les travailleurs ou les personnes du public.

4.4. En général, les avantages additionnels pouvant être obtenus en termes de réduction de dose diminuent progressivement au fur et à mesure que les dépenses associées augmentent. Même le coût d'étude des moyens mis en jeu pour réduire les doses peut devenir important comparé aux avantages à obtenir. À un certain stade, pour des doses faibles, l'effort peut ne pas en valoir la peine. Dans ce contexte, on notera que les NFI autorisent l'exemption du contrôle réglementaire de certaines pratiques lorsqu'une évaluation montre que l'exemption est l'option de protection optimale (appendice I des NFI). Cette disposition est simplement une prise en compte du concept plus général de diminution du rapport coût-bénéfice.

4.5. L'optimisation de la protection devrait être prise en compte au stade de la conception des équipements et des installations, lorsqu'une certaine marge de manœuvre est encore disponible. L'utilisation de contrôles actifs devrait être soigneu-

sement étudiée à ce stade de la définition des options de protection. Toutefois, même si la protection a été optimisée au stade de la conception, il faut quand même mettre en œuvre le principe d'optimisation lors de la phase opérationnelle. À ce stade, le contenu et l'étendue du programme d'optimisation dépendra de la situation d'exposition. Par exemple, lorsqu'il s'agit de générateurs de rayons X, le programme d'optimisation peut être très simple et comporter les consignes de sécurité et la formation adéquate des opérateurs. Dans l'industrie nucléaire, les cas peuvent être plus complexes et une approche plus structurée peut être nécessaire et comporter l'élaboration de programmes de radioprotection détaillés, l'établissement de niveaux d'investigation et l'utilisation de techniques d'aide à la décision (voir paragraphes 4.13–4.16).

4.6. L'optimisation de la protection en exploitation est un processus qui commence au stade de la conception et continue tout au long des phases de planification, de préparation, de mise en œuvre et de retour d'expérience. Ce processus d'optimisation via la gestion des tâches est appliqué pour pouvoir analyser les niveaux d'exposition afin de s'assurer qu'ils sont aussi faibles que raisonnablement possible [15]. L'élaboration d'un programme de radioprotection, adapté aux situations d'exposition spécifiques, est un élément primordial de la gestion des tâches. Le contenu d'un tel programme est décrit dans la section 5.

4.7. La direction devrait consigner les informations relatives aux moyens employés pour mettre en œuvre l'optimisation de la radioprotection. Ces informations peuvent inclure ce qui suit:

- (a) La justification des procédures d'exploitation, de maintenance et des procédures administratives, accompagnées des autres options considérées et de la raison de leur rejet;
- (b) L'examen périodique et l'analyse de tendance pour les doses reçues par les travailleurs concernant divers groupes de travail ainsi que des indicateurs de performance;
- (c) Les audits internes et les revues par les pairs ainsi que les actions correctives qui en résultent;
- (d) Les rapports d'incidents et les leçons qui en ont été tirées.

ENGAGEMENT VIS-À-VIS DE L'OPTIMISATION DE LA PROTECTION

4.8. La responsabilité principale de l'optimisation revient à la direction. L'engagement à la mise en œuvre d'une protection efficace et d'une politique de sûreté est essentiel à tous les niveaux de la direction, particulièrement au niveau supérieur. L'engagement de la direction devrait être démontré par des déclarations de

principes écrites qui font du critère de radioprotection une partie intégrante du processus de décision et par un support clair et démontrable aux personnes ayant des responsabilités directes vis-à-vis de la radioprotection sur le lieu de travail et l'environnement.

4.9. La direction générale devrait traduire son engagement vis-à-vis de l'optimisation de la radioprotection sous forme d'action efficace en établissant des programmes appropriés de radioprotection, proportionnés au niveau et à la nature du risque radiologique présenté par la pratique. Le contenu de tels programmes est décrit dans la section 5.

4.10. Il est essentiel que les travailleurs aient eux aussi un engagement vis-à-vis d'une bonne radioprotection. La direction doit donc s'assurer de la mise en place de mécanismes permettant de faire participer les travailleurs, autant que possible, au développement de méthodes visant à garder les doses aussi faibles que raisonnablement possible et de leur donner la possibilité de fournir une information sur l'efficacité des mesures de radioprotection.

4.11. L'optimisation de la protection devrait être une obligation réglementaire. Les organismes de réglementation devraient s'engager vis-à-vis de l'optimisation de la radioprotection et devraient promouvoir son application. Lorsque nécessaire, ils devraient entreprendre toutes les actions applicables pour obliger la direction à respecter les exigences réglementaires pour appliquer ce principe.

4.12. La direction devrait s'assurer que des programmes de formation, dont le contenu et la durée sont proportionnés et adaptés aux fonctions et responsabilités des employés concernés, sont prodigués au personnel à tous les niveaux, y compris la direction générale. Le personnel des organismes de réglementation devrait avoir la formation nécessaire pour garantir que l'optimisation de la protection est correctement appliquée et exercée.

UTILISATION DES TECHNIQUES D'AIDE À LA DÉCISION

4.13. Comme énoncé dans les NFI (réf. [2], par. 2.25):

«Le processus d'optimisation des mesures de protection et de sûreté comporte les analyses qui peuvent aller d'analyses qualitatives intuitives à des analyses quantitatives s'appuyant sur des techniques d'aide à la décision, mais il doit être suffisant pour que tous les facteurs pertinents soient pris en compte de manière cohérente, de sorte qu'il aide à atteindre les objectifs suivants:

- (a) définir les mesures de sûreté et de protection optimisées dans les circonstances existantes, compte tenu des options de protection et de sûreté disponibles ainsi que de la nature, de la valeur et de la probabilité des expositions;
- (b) établir des critères fondés sur les résultats de l'optimisation, en vue de restreindre les valeurs des expositions et de leur probabilité au moyen de mesures de prévention des accidents et d'atténuation de leurs conséquences.»

4.14. Dans la plupart des situations, une approche qualitative basée sur un jugement professionnel sera suffisante pour prendre des décisions sur le niveau de protection le plus favorable pouvant être atteint. Dans des situations plus complexes, en particulier celles impliquant des coûts importants (par exemple, au stade de la conception des installations), l'utilisation d'une approche plus structurée peut être appropriée. Certaines de ces situations peuvent être quantifiables grâce à une analyse coûts-bénéfices ou autres techniques quantitatives. Cependant, dans d'autres cas, il peut être impossible de quantifier tous les facteurs entrant en jeu ou de les exprimer sous forme d'unités cohérentes. Il peut également être difficile de faire l'équilibre entre les doses collectives et individuelles et entre les doses des travailleurs et du public et de prendre en compte un plus large éventail de facteurs sociaux. Pour ces situations, l'utilisation de techniques qualitatives d'aide à la décision telles que les analyses multicritères peut être utile pour prendre une décision.

4.15. Une approche plus structurée de la sélection des mesures de protection appropriées devrait inclure les étapes suivantes, compte tenu des expositions normales et potentielles:

- (a) Identifier toutes les options de protection réalisables pouvant potentiellement réduire l'exposition des travailleurs;
- (b) Identifier tous les facteurs économiques, sociaux et radiologiques applicables à la situation spécifique en procédant à un examen qui fait la distinction entre les options identifiées, par exemple la dose collective, la répartition de la dose individuelle, l'impact sur l'exposition du public, l'impact sur les générations futures, le coût des investissements;
- (c) Quantifier, lorsque cela est possible, les facteurs correspondants pour chaque option de protection;
- (d) Comparer toutes les options et sélectionner la ou les options optimales;
- (e) Le cas échéant, effectuer une analyse de sensibilité, c'est-à-dire évaluer la robustesse des solutions obtenues en testant différentes valeurs pour les paramètres essentiels pour lesquels il existe des incertitudes reconnues.

4.16. Quelle que soit la situation, les décisionnaires doivent garder présent à l'esprit que les techniques d'aide à la décision ne fournissent pas nécessairement la réponse

définitive ni la seule solution possible. Ces techniques doivent être considérées comme des outils d'aide à structurer les problèmes de manière à comparer l'efficacité relative de différentes options de protection possibles, pour faciliter l'intégration de tous les facteurs pertinents et pour accroître la cohérence des décisions prises.

RÔLE DES CONTRAINTES DE DOSE

4.17. La définition des NFI [réf. [2], Glossaire] relative à la «contrainte de dose» précise: «Pour les expositions professionnelles, la contrainte de dose est une valeur de la dose individuelle liée à la source, qui est employée pour limiter la gamme des options considérées dans le processus d'optimisation.» Une contrainte de dose ne devrait pas être considérée comme une limite, mais comme un niveau minimum de protection individuelle qui devrait être atteint dans une situation spécifique, en tenant compte de toutes les circonstances. La nature des contraintes de dose est traitée dans un document corédigé par l'AEN/OCDE et la Commission Européenne [16].

4.18. L'objectif d'une contrainte de dose est de fixer un plafond pour les valeurs des doses individuelles — provenant d'une source, d'un ensemble de sources dans une installation, d'une pratique, d'une tâche ou d'un ensemble d'opérations dans un type de secteur industriel spécifique — qui pourrait être considéré comme acceptable dans le processus d'optimisation de la protection pour ces sources, pratiques ou tâches. Selon la situation, la contrainte peut être exprimée sous forme de dose simple ou sous forme de dose sur une période donnée. Il est nécessaire de s'assurer que les limites sont respectées si des travailleurs encourent des expositions provenant de différentes sources ou tâches.

4.19. Pour appliquer le principe d'optimisation, les doses individuelles devraient être évaluées lors des stades de conception et de planification et ce sont ces doses individuelles prévues pour les différentes options qui devraient être comparées à la contrainte de dose appropriée. Les options prévues pour donner des doses inférieures à la contrainte de dose devraient être étudiées de manière plus approfondie; celles dont on prévoit qu'elles donneront des doses supérieures à la contrainte de dose seraient normalement rejetées. Les contraintes de dose ne devraient pas être utilisées rétrospectivement pour vérifier la conformité vis-à-vis des exigences de protection.

4.20. Les contraintes de dose devraient être utilisées de manière prospective pour l'optimisation de la radioprotection dans les diverses situations rencontrées en planifiant et exécutant les tâches et en concevant les installations ou les équipements. Elles devraient, de ce fait, être définies au cas par cas selon les caractéristiques spécifiques de la situation d'exposition. Les contraintes de dose étant liées à la

source, il faudrait spécifier à quelle source elles se rapportent. Les contraintes de dose peuvent être définies par la direction, en collaboration avec les personnes impliquées dans la situation d'exposition. Les organismes de réglementation peuvent les utiliser de manière générique — pour des catégories de sources, de pratiques ou de tâches similaires — ou spécifiquement, en homologuant des sources, des pratiques ou des tâches. L'établissement des contraintes peut résulter de l'interaction entre l'organisme de réglementation, les opérateurs affectés et, le cas échéant, les représentants des travailleurs. En règle générale, il serait plus approprié pour le responsable de la réglementation d'encourager le développement de contraintes d'exposition professionnelle au sein de secteurs industriels spécifiques et de regroupements organisationnels, assujettis à une surveillance réglementaire, que de stipuler des valeurs spécifiques de contraintes.

4.21. Le processus de calcul d'une contrainte de dose pour une situation spécifique devrait inclure un examen de l'expérience d'exploitation et du retour d'expérience provenant de situations similaires si possible et l'étude des facteurs économiques, sociaux et techniques. Pour l'exposition professionnelle, l'expérience acquise à partir d'opérations bien gérées est particulièrement importante pour la définition des contraintes comme elle devrait l'être pour la mise en œuvre du principe d'optimisation en général. Des enquêtes nationales ou des bases de données internationales, fournissant un grand nombre de données expérimentales sur les expositions liées à des opérations spécifiques, peuvent être utilisées pour la définition des contraintes.

RÔLE DES NIVEAUX D'INVESTIGATION

4.22. L'expérience relative à une situation particulière fait parfois ressortir la nécessité de revoir les procédures et les performances. Cette expérience peut être qualitative (par exemple, la constatation de l'augmentation de la fréquence d'apparition d'une contamination mineure) ou quantitative (par exemple, la tendance des résultats des programmes de contrôle radiologique). L'utilisation de l'expérience quantitative peut être facilitée par l'application des niveaux d'investigation pour surveiller les résultats des individus et des lieux de travail. Les niveaux d'investigation sont un type de niveau de référence (voir section 2). Ils doivent être utilisés rétrospectivement et, de ce fait, ne devraient pas être confondus avec les contraintes de dose. Le dépassement d'un niveau d'investigation devrait déclencher un examen de la situation afin d'en déterminer les causes. Cet examen devrait avoir comme objectif de tirer les leçons appropriées pour de futures opérations et de déterminer si des mesures supplémentaires sont nécessaires pour améliorer les mécanismes actuels de protection.

4.23. Les niveaux d'investigation devraient être considérés comme des outils importants que la direction doit utiliser et devraient, de ce fait, être définis par la direction au stade de la planification des activités; ils peuvent être révisés en fonction de l'expérience d'exploitation. Les organismes de réglementation peuvent également décider d'établir des niveaux d'investigation génériques du point de vue des doses individuelles à des fins de réglementation. Leur utilisation dans les programmes de radioprotection est traitée plus en détail dans la section 5.

5. PROGRAMMES DE RADIOPROTECTION

OBJECTIFS

5.1. Un programme de radioprotection (PRP) peut se rapporter à toutes les phases d'une pratique ou à la durée de vie d'une installation, c'est-à-dire de la conception et du fonctionnement jusqu'au déclassement. L'accent est mis dans cette section sur les aspects opérationnels du PRP. L'objectif général des PRP est de refléter l'application de la responsabilité de la direction vis-à-vis de la radioprotection et de la sûreté via l'adoption de structures de gestion, de règles, de procédures et de dispositions organisationnelles proportionnés à la nature et à l'importance des risques.

5.2. Bien que le PRP puisse inclure la protection des travailleurs et du public, cette section se concentre exclusivement sur les aspects concernant la protection des travailleurs. Dans la plupart des pratiques, les doses reçues par les travailleurs se situent bien en dessous des limites appropriées dans les NFI et seule une petite partie de la main-d'œuvre sera concernée par le principe de limitation. La mise en œuvre du principe d'optimisation doit être le moteur principal de l'élaboration et de la mise en œuvre des PRP, comportant dans de nombreux cas les mesures destinées à éviter ou à réduire les expositions potentielles et à limiter les conséquences des accidents.

5.3. Les caractéristiques des situations d'exposition peuvent varier considérablement en fonction du type d'installation concernée (allant des plus «simples», comme les équipements de contrôle des bagages dans les aéroports, aux plus complexes, comme les usines de retraitement du combustible nucléaire) et du stade des activités (construction, fonctionnement, maintenance ou déclassement). Il est important de s'assurer que le PRP est bien adapté à la situation. De ce fait, la première étape de la définition d'un PRP est d'effectuer une évaluation radiologique préalable de la pratique ou de l'installation. Dans ces évaluations, les expositions normales et potentielles doivent être prises en compte.

ÉVALUATION RADIOLOGIQUE PRÉALABLE ET ÉVALUATION DE SÛRETÉ

5.4. Le but de l'évaluation radiologique préalable est de décrire, aussi précisément qu'il sera nécessaire, la situation impliquant des expositions professionnelles, ce qui constituera la première étape du développement d'un PRP. Le niveau d'effort, de formalisation et de détail de l'évaluation, ainsi que l'examen minutieux auquel elle est soumise, doit être lié à l'ampleur des expositions normales et potentielles et à la probabilité de ces expositions potentielles.

5.5. L'évaluation radiologique préalable devrait inclure, pour tous les aspects des opérations:

- (a) une identification des sources d'expositions normales et d'expositions potentielles raisonnablement prévisibles;
- (b) une estimation réaliste des doses correspondantes et des probabilités;
- (c) une identification des mesures de protection radiologique nécessaires pour satisfaire au principe d'optimisation.

5.6. L'évaluation préalable devra aider à déterminer ce qui peut être réalisé au stade de la conception pour établir des conditions de travail satisfaisantes via l'utilisation de systèmes de sûreté. On peut citer, par exemple, l'implantation de blindage de protection, d'installations de confinement, de ventilations ou de verrouillages de sûreté. Ces études devraient viser à «minimiser le besoin de faire appel à des contrôles administratifs et à des équipements de protection individuelle pour la protection et la sûreté lors du fonctionnement normal» (réf. [2], par. I.29). On peut ensuite envisager des restrictions et procédures opérationnelles supplémentaires qui pourront être mises en œuvre pour contrôler de manière plus approfondie l'exposition des travailleurs. Dans le cas où ces mesures ne sont pas suffisantes pour limiter convenablement la dose reçue par les travailleurs, et dans ce cas-là seulement, l'évaluation préalable pourra envisager l'utilisation d'outils spéciaux, d'équipements de protection personnelle et une formation spécifique liée aux tâches.

5.7. Lorsqu'une autorisation par enregistrement ou licence est obligatoire, le par. 2.13 de la réf. [2] exige que la personne physique ou morale sollicitant l'autorisation fasse une évaluation de la nature, l'ampleur et la probabilité des expositions et, si nécessaire, fasse une évaluation de sûreté. Une telle évaluation de sûreté devrait contribuer à la conception du PRP. Les par. IV.4–IV.6 des NFI (réf. [2]) précisent que:

«L'évaluation de sûreté comporte, s'il y a lieu, une analyse critique systématique:

- (a) de la nature et de la valeur des expositions potentielles ainsi que de la probabilité de celles-ci;
- (b) des limites et conditions techniques d'exploitation pour la source;
- (c) de la façon dont les structures, systèmes, composants et procédures liés à la protection ou à la sûreté pourraient subir des défaillances, isolément ou conjointement, ou entraîner de toute autre manière des expositions potentielles, ainsi que des conséquences de ces défaillances;
- (d) de la façon dont des modifications de l'environnement pourraient influencer sur la protection ou la sûreté;
- (e) des erreurs que pourraient comporter les procédures d'exploitation liées à la protection ou à la sûreté et des conséquences de ces erreurs;
- (f) des incidences de modifications proposées sur la protection et sur la sûreté.»

5.8. «Dans l'évaluation de sûreté, le titulaire d'enregistrement ou de licence prend en compte, s'il y a lieu:

- (a) les facteurs qui pourraient provoquer brusquement un rejet de grandes quantités d'une substance radioactive quelconque, les mesures disponibles pour prévenir ou maîtriser un tel rejet et l'activité maximale de toute substance radioactive qui, en cas de défaillance majeure du confinement, pourrait être rejetée dans l'atmosphère;
- (b) les facteurs qui pourraient provoquer brusquement un rejet moindre mais prolongé d'une substance radioactive quelconque et les mesures disponibles pour prévenir ou maîtriser un tel rejet;
- (c) les facteurs qui pourraient donner lieu à la mise en fonction non intentionnelle d'un faisceau de rayonnement et les mesures disponibles pour prévenir, déceler et maîtriser de tels événements;
- (d) la mesure dans laquelle la redondance et la diversité des dispositifs de sûreté — ceux-ci étant indépendants les uns des autres de façon que la défaillance de l'un d'entre eux n'entraîne pas la défaillance d'un autre — sont appropriées si l'on veut restreindre la probabilité et la valeur des expositions potentielles.»

5.9. «L'évaluation de sûreté est documentée et, le cas échéant, analysée de façon indépendante dans le cadre du programme pertinent d'assurance de la qualité. D'autres analyses sont effectuées, selon les besoins, afin de s'assurer que les spécifications techniques ou les conditions d'emploi sont toujours respectées lorsque:

- (a) des modifications importantes de la source, de l'installation associée ou de ses procédures d'exploitation ou d'entretien sont envisagées;

- (b) l'expérience d'exploitation ou d'autres informations sur les accidents, défaillances, erreurs ou autres événements susceptibles d'entraîner des expositions potentielles donnent à penser que la dernière évaluation pourrait ne plus être valable;
- (c) des modifications importantes des activités ou des modifications pertinentes des principes directeurs ou des normes sont envisagées ou ont été apportées.»

CHAMP D'APPLICATION ET STRUCTURE DU PROGRAMME DE RADIOPROTECTION

5.10. Le PRP couvre les principaux éléments contribuant à la protection et à la sûreté et est, de ce fait, un facteur essentiel du développement d'une culture de sûreté, «pour encourager une attitude de remise en question et le désir d'apprendre en matière de protection et de sûreté ainsi que le refus de se contenter des résultats acquis» (réf. [2], par. 2.28). Le développement d'une culture de sûreté dépend de l'engagement de la direction.

5.11. Quelle que soit la situation, la structure de base du PRP devrait mettre par écrit, avec un niveau de détail approprié:

- (a) L'affectation des responsabilités pour la radioprotection des travailleurs et la sûreté à différents niveaux de gestion, y compris les dispositions organisationnelles correspondantes et, selon le cas (par exemple, dans le cas des travailleurs itinérants), l'affectation des responsabilités respectives entre les employeurs et l'exploitant;
- (b) La désignation des zones contrôlées ou surveillées;
- (c) Les consignes de sécurité que les travailleurs doivent respecter et la supervision du travail;
- (d) Les mesures de contrôle radiologique des travailleurs et du lieu de travail, incluant l'acquisition et la maintenance des instruments de radioprotection;
- (e) Le système d'archivage et de communication de toutes les informations correspondantes liées au contrôle des expositions, les décisions concernant les mesures de radioprotection professionnelle et de sûreté, et le contrôle radiologique des individus;
- (f) Le programme d'enseignement et de formation sur la nature des risques, la protection et la sûreté;
- (g) Les méthodes d'examen et d'audit périodiques des performances du PRP;
- (h) Les plans à mettre en œuvre dans l'éventualité d'une intervention (traités dans la section 6);
- (i) Le programme de surveillance de la santé (traité dans la section 7);

- (j) Les exigences concernant l'assurance de la qualité et l'amélioration du processus, comme décrit dans les par. 5.101–5.111.

AFFECTATION DES RESPONSABILITÉS

5.12. Pour assumer leur responsabilité concernant l'élaboration et la mise en œuvre des mesures techniques et organisationnelles nécessaires pour assurer la protection et la sûreté, les titulaires d'enregistrements ou de licences «peuvent charger d'autres personnes d'actions et de tâches liées à ces mesures, mais ils conservent la responsabilité de ces actions et de ces tâches. Les titulaires d'enregistrements ou de licences désignent nommément ceux qui sont chargés de veiller au respect des Normes» (réf. [2], par. 2.15). La responsabilité de la mise en œuvre du PRP au sein d'une organisation doit, de ce fait, être transférée par la direction aux employés, selon le cas. Les responsabilités de chaque niveau hiérarchique, depuis la direction générale jusqu'aux travailleurs, concernant chaque aspect du PRP devraient être clairement délimitées et documentées à l'aide de déclarations de principes écrites afin de garantir que tous en sont avisés. Des responsables de la protection radiologique devraient être nommés, lorsque l'organisme de réglementation l'exige, pour superviser l'application des obligations réglementaires.

5.13. Les structures organisationnelles devraient refléter l'affectation des responsabilités et l'engagement de l'organisation vis-à-vis de la protection et de la sûreté. La structure de l'équipe dirigeante devrait faciliter la coopération entre les divers individus concernés. Le PRP devrait être conçu de telle manière que les informations correspondantes soient fournies aux individus en charge des divers aspects du travail.

5.14. Afin de coordonner les prises de décisions concernant le choix des mesures de protection, il peut être approprié, en fonction de la taille de l'organisation, de créer un comité spécifique comprenant les représentants des départements concernés par l'exposition professionnelle. Le rôle principal de ce comité serait de conseiller la direction générale sur le PRP. Ses membres devraient de ce fait comporter les cadres supérieurs des départements correspondants et les travailleurs possédant une expérience sur le terrain. Les fonctions du comité consisteraient à délimiter les objectifs principaux du PRP en général et de la radioprotection professionnelle en particulier pour valider les objectifs de la protection, pour faire des propositions en ce qui concerne le choix des mesures de protection et des recommandations à la direction en ce qui concerne les ressources, les méthodes et les outils à affecter pour l'exécution du PRP.

5.15. Le par. 2.31 des NFI (réf. [2]) précise que «des experts qualifiés sont désignés et mis à disposition pour prodiguer des avis concernant le respect des Normes». En particulier, des experts qualifiés en radioprotection devraient être désignés et mis à disposition pour prodiguer des conseils sur un éventail de problèmes, y compris l'optimisation de la protection et de la sûreté.

Comptabilité des sources radioactives

5.16. Les NFI (réf. [2], par. IV.17) précisent que:

«Les titulaires d'enregistrements ou de licences tiennent une comptabilité comprenant des relevés où sont consignés:

- (a) l'emplacement et la description de chaque source dont ils sont responsables;
- (b) l'activité et la forme de chaque substance radioactive dont ils sont responsables.»

De plus, il faut prendre soin de conserver les enregistrements de toute instruction spéciale concernant chaque substance radioactive détenue et les détails de la destruction de toute source.

CLASSIFICATION DES ZONES

5.17. La direction devrait étudier la classification des zones de travail à chaque fois qu'il existe une exposition professionnelle aux rayonnements. Ces zones devraient être clairement définies en tant que partie intégrante du PRP et leur classification devrait résulter d'une évaluation radiologique préalable comme susmentionné. Deux types de zone peuvent être définies: les zones contrôlées et les zones surveillées.

Zones contrôlées

5.18. Les NFI (réf. [2], par. I.21) précisent que:

«Les titulaires d'enregistrements ou de licences classent comme zone contrôlée toute zone où des mesures de protection ou des dispositions de sûreté sont ou pourraient être requises pour:

- (a) maîtriser les expositions normales ou éviter la propagation d'une contamination dans les conditions normales de travail;
- (b) prévenir les expositions potentielles ou en limiter l'étendue.»

5.19. Les NFI (réf. [2], par. I.22) précisent que:

«Lorsqu'ils fixent les limites d'une zone contrôlée, les titulaires d'enregistrements ou de licences tiennent compte de la valeur des expositions normales prévisibles, de la probabilité et de la valeur des expositions potentielles, ainsi que de la nature et de la portée des procédures de protection et de sûreté requises.»

5.20. En particulier, une zone devrait être désignée comme étant une zone contrôlée lorsque la direction considère qu'il est nécessaire d'adopter des contrôles procéduraux pour garantir un niveau optimisé de protection et le respect des limites de dose correspondantes. L'expérience d'exploitation et le jugement constituent les meilleures bases pour identifier les zones. Dans les zones où il n'y a pas de problème de contamination par des matières radioactives non scellées, les zones désignées peuvent parfois être définies en termes de débit de dose en bordure de zone. Les valeurs des débits de dose basées sur une fraction de la limite de dose correspondante ont souvent été utilisées dans le passé pour définir les limites des zones contrôlées. Une telle approche peut encore être appropriée, mais elle ne devrait pas être utilisée en l'absence d'une évaluation minutieuse. Par exemple, il faudrait tenir compte de la période pendant laquelle le débit de dose reste au niveau ou au-dessus du niveau défini et du risque d'expositions potentielles.

5.21. Le travail avec des sources radioactives non scellées peut entraîner une contamination de l'air et des surfaces et ceci à son tour peut conduire à des incorporations de matière radioactive par les travailleurs. Une telle contamination sera généralement de nature intermittente et il ne sera normalement pas possible de contrôler les incorporations en ne faisant confiance qu'aux caractéristiques de conception dans l'éventualité d'un accident ou d'un incident. Les procédures opérationnelles seront de ce fait nécessaires pour éviter ou réduire la possibilité d'incorporation et la création de zones contrôlées sera, en général, nécessaire.

5.22. Les zones contrôlées n'ont pas besoin, toutefois, d'être mises en place lorsque seulement de petites quantités de matières radioactives non scellées sont utilisées, par exemple pour des études à partir de traceurs dans un laboratoire de recherche. Elles peuvent également être inutiles lorsque seules des matières avec de faibles activités massiques ou volumiques de radioéléments naturels (voir par. 2.27) sont manipulées.

5.23. Les NFI (réf. [2], par. I.23) précisent que:

«Les titulaires d'enregistrements ou de licences:

- (a) délimitent les zones contrôlées par des moyens matériels ou, lorsque cela n'est pas raisonnablement possible dans la pratique, par d'autres moyens appropriés;
- (b) lorsqu'une source n'est mise en position de travail ou sous tension que de façon intermittente ou lorsqu'elle est déplacée, délimitent une zone contrôlée appropriée par des moyens adaptés à la situation et spécifient les périodes d'exposition;
- (c) affichent un symbole de mise en garde, tel que celui qui est recommandé par l'Organisation internationale de normalisation (ISO)¹², ainsi que les instructions appropriées aux points d'accès et à d'autres endroits appropriés des zones contrôlées;
- (d) mettent en place des mesures de protection et de sûreté professionnelles, et notamment des règles et procédures locales adaptées aux zones contrôlées;
- (e) restreignent l'accès aux zones contrôlées au moyen de procédures administratives, telles que la délivrance d'autorisations de travail, ainsi que de barrières qui peuvent comprendre des serrures ou des systèmes de verrouillage; les restrictions sont en rapport avec la valeur et la probabilité des expositions prévisibles;
- (f) prévoient, s'il y a lieu, aux entrées des zones contrôlées:
 - (i) des vêtements et des équipements de protection;
 - (ii) des appareils de contrôle radiologique;
 - (iii) des vestiaires;
- (g) prévoient, s'il y a lieu, aux sorties des zones contrôlées:
 - (i) des moniteurs de contamination pour la peau et les vêtements;
 - (ii) des moniteurs de contamination pour tout objet ou substance retiré(e) d'une zone;
 - (iii) des lavabos ou des douches;
 - (iv) un dépôt approprié pour les vêtements et les équipements de protection contaminés;
- (h) font régulièrement le point de la situation pour déterminer s'il est nécessaire de modifier les mesures de protection et les dispositions de sûreté, ou les limites des zones contrôlées.

¹² ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION, Symbole de base pour les rayonnements ionisants, ISO 361, ISO, Genève (1975).»

5.24. Les panneaux indicateurs aux entrées des zones contrôlées devraient être utilisés pour indiquer aux employés, spécialement les équipes de maintenance, que

des procédures spéciales s'appliquent dans la zone et que des sources de rayonnement sont susceptibles d'être présentes.

5.25. Lors de l'installation des zones contrôlées, la direction peut trouver utile d'utiliser les limites matérielles existantes, comme les murs d'une pièce ou d'un bâtiment. Cela peut vouloir dire que les zones seront plus grandes que ce qui serait strictement nécessaire sur la base des seules considérations de radioprotection.

Zones surveillées

5.26. Les NFI (réf. [2], par. I.24) précisent que:

«Les titulaires d'enregistrements ou de licences classent comme zone surveillée toute zone qui n'est pas déjà classée comme zone contrôlée mais où les conditions d'exposition professionnelle doivent faire l'objet d'un suivi, même si aucune mesure de protection ni disposition de sûreté particulière n'est normalement nécessaire.»

5.27. Les NFI (réf. [2], par. I.25) précisent que:

«Les titulaires d'enregistrements ou de licences, en tenant compte de la nature et de l'étendue des risques radiologiques dans les zones surveillées:

- (a) délimitent les zones surveillées par des moyens appropriés;
- (b) disposent des panneaux approuvés aux points d'accès appropriés des zones surveillées;
- (c) font régulièrement le point de la situation pour déterminer s'il est nécessaire de prendre des mesures de protection et des dispositions de sûreté, ou de modifier les limites des zones surveillées.»

5.28. Ainsi, le but essentiel d'une zone surveillée est d'identifier les endroits d'un lieu de travail qui devraient être assujettis à un examen régulier des conditions radiologiques pour déterminer si le statut de la zone doit être changé — en raison, par exemple, de circonstances qui n'avaient pas été prévues dans l'évaluation radiologique préalable — ou s'il y a eu rupture du contrôle, soit dans les caractéristiques de conception soit dans les procédures qui opèrent dans toute zone contrôlée moyenne. Normalement, la revue des conditions radiologiques devrait comprendre un programme de contrôle radiologique régulier de la zone et, dans certains cas, des individus qui y travaillent. Il ne devrait pas être automatiquement nécessaire de créer une zone surveillée autour de chaque zone contrôlée, étant donné que les exigences qui s'appliquent au sein d'une zone contrôlée, désignée comme telle, peuvent être largement suffisantes.

5.29. Comme pour les zones contrôlées, l'expérience d'exploitation et le jugement constituent les meilleures bases pour définir les zones surveillées mais, là aussi, on peut utiliser le débit de dose pour définir les limites. Un objectif raisonnable pourrait être de garantir que les travailleurs exposés en dehors des zones désignées recevront le même niveau de protection que celui qu'ils auraient s'ils étaient des personnes du public. Ceci pourrait impliquer l'utilisation d'un débit de dose basé sur une dose effective de 1 mSv par an comme un des moyens possibles de définition des limites extérieures d'une zone surveillée. De plus, comme pour les zones contrôlées, il peut être approprié d'utiliser les limites matérielles existantes lors de la définition des zones surveillées (voir par. 5.25).

5.30. Bien qu'il puisse être approprié dans de nombreux cas de marquer à l'aide de panneaux indicateurs les limites des zones surveillées, ce ne sera pas toujours nécessaire ou efficace. Il peut être nécessaire, par exemple, de désigner des zones surveillées dans les parties d'un hôpital auxquelles les personnes du public peuvent avoir accès; une signalisation à l'entrée de telles zones peut inquiéter inutilement.

5.31. Les conditions dans les zones surveillées doivent être telles que les employés puissent entrer avec un nombre minimum de formalités.

CONSIGNES DE SÉCURITÉ, SURVEILLANCE ET ÉQUIPEMENT DE PROTECTION INDIVIDUELLE

5.32. Les consignes de sécurité, décrivant les structures organisationnelles et les procédures à respecter dans les zones contrôlées, devraient être développées par la direction et consignées par écrit. Les consignes devraient être affichées et bien visibles ou facilement disponibles sur le lieu de travail. Spécifiquement (réf. [2], paragraphes I.26 et I.27):

«Les employeurs et les titulaires d'enregistrements ou de licences, en consultation avec les travailleurs, le cas échéant par l'intermédiaire de leurs représentants:

- (a) établissent par écrit les règles et procédures locales nécessaires pour assurer des niveaux adéquats de protection et de sûreté aux travailleurs et aux autres personnes;
- (b) indiquent, dans les règles et procédures locales, les valeurs de tout niveau d'investigation ou niveau autorisé pertinent, ainsi que la procédure à suivre en cas de dépassement d'une telle valeur;

- (c) portent les règles et procédures locales ainsi que les mesures de protection et les dispositions de sûreté à la connaissance des travailleurs auxquels elles s'appliquent et des autres personnes qu'elles pourraient concerner;
- (d) veillent à ce que tous les travaux entraînant une exposition professionnelle fassent l'objet d'une surveillance adéquate et font tout ce qui est raisonnablement possible pour que les règles, les procédures, les mesures de protection et les dispositions de sûreté soient observées;
- (e) à la demande de l'Organisme de réglementation, désignent un responsable de la protection radiologique.»

5.33. «Les employeurs, en coopération avec les titulaires d'enregistrements ou de licences:

- (a) fournissent à tous les travailleurs des informations adéquates sur les risques pour la santé de l'exposition professionnelle, qu'elle soit normale ou potentielle, leur dispensent une formation théorique et pratique adéquate en matière de protection et de sûreté, et leur donnent les informations nécessaires sur la portée de leurs actes du point de vue de la protection et de la sûreté;
- (b) donnent aux travailleuses qui sont susceptibles d'entrer dans des zones contrôlées ou des zones surveillées les informations voulues sur:
 - (i) les risques pour l'embryon ou le fœtus dus à l'exposition de la femme enceinte;
 - (ii) l'importance pour une travailleuse d'informer son employeur dès qu'elle pense être enceinte;
 - (iii) le risque que le nourrisson ingère des substances radioactives avec le lait maternel;
- (c) fournissent aux travailleurs qui pourraient être concernés par un plan d'urgence les informations pertinentes et leur dispensent une formation théorique et pratique appropriée;
- (d) tiennent des dossiers individuels sur la formation dispensée aux travailleurs.»

5.34. La direction devrait prendre en charge la responsabilité de la supervision des tâches. Cette supervision devrait être exercée pour garantir que toutes les mesures de protection et de sûreté requises ont été respectées pendant le travail.

5.35. Lorsque les dispositions constructives et les contrôles en exploitation ne suffisent pas à assurer un niveau de protection optimisé pour les tâches à effectuer, un équipement de protection individuelle devrait être utilisé. Lorsque des mesures de réduction d'exposition à l'aide d'un équipement de protection sont envisagées, il faudrait prendre en compte toute possibilité d'accroissement de l'exposition dû à des ralentissements ou des gênes causés par l'utilisation de l'équipement (réf. [2], par. I.28).

«Les employeurs et les titulaires d'enregistrements ou de licences veillent à ce que:

- (a) les travailleurs soient munis d'équipements de protection individuels appropriés et suffisants, conformes aux normes ou spécifications pertinentes, et notamment, selon les besoins:
 - (i) de vêtements de protection;
 - (ii) d'appareils respiratoires dont les caractéristiques de protection sont indiquées aux utilisateurs;
 - (iii) de tabliers et de gants, ainsi que d'écrans pour divers organes;
- (b) les travailleurs reçoivent, s'il y a lieu, la formation nécessaire pour utiliser correctement les appareils respiratoires, et notamment pour en vérifier le bon ajustement;
- (c) les tâches nécessitant le port de certains équipements de protection individuels ne soient confiées qu'à des travailleurs qui, d'après des avis médicaux, sont capables de fournir en toute sécurité l'effort supplémentaire requis;
- (d) tous les équipements de protection individuels soient maintenus en bon état et, s'il y a lieu, essayés à intervalles réguliers;
- (e) des équipements de protection individuels appropriés soient conservés en vue d'une éventuelle intervention;
- (f) s'il est envisagé d'utiliser des équipements de protection individuels pour une tâche donnée, il soit tenu compte de toute exposition supplémentaire qui pourrait en résulter par suite de l'allongement du délai nécessaire pour cette tâche ou de la gêne provoquée par les équipements, ainsi que de tous autres risques non radiologiques que pourrait comporter le port de ces équipements pour l'exécution de la tâche.»

PLANIFICATION DU TRAVAIL ET PERMIS DE TRAVAIL SOUS RAYONNEMENTS

5.36. Pour les opérations au cours desquelles des niveaux de rayonnement ou de contamination importants peuvent être rencontrés ou dont la mise en œuvre peut être complexe (comportant plusieurs groupes de travail et de nombreuses activités), une planification préalable du travail est un des moyens les plus importants pour réaliser une optimisation de la protection. Le responsable de la protection radiologique devrait prendre part à la planification des activités impliquant des expositions importantes et devrait donner son avis sur les conditions dans lesquelles le travail peut être exécuté dans les zones contrôlées. Les situations qui justifient l'utilisation de plans de travail et de permis de travail se rencontrent généralement dans l'industrie nucléaire, mais elles existent également dans les industries non nucléaires (dans la maintenance ou le démontage des accélérateurs par exemple). Des conseils

supplémentaires sur l'utilisation d'un plan de travail pour l'optimisation ont été publiés par l'AEN/OCDE [15].

5.37. Des procédures écrites devraient être utilisées dans le cadre du processus de planification du travail le cas échéant. Les éléments à prendre en compte incluent:

- (a) Les informations tirées des travaux similaires exécutés précédemment;
- (b) La date et l'heure de démarrage du travail, sa durée estimée et les ressources humaines impliquées;
- (c) Les cartes des débits de dose estimés;
- (d) L'état de fonctionnement de l'installation (par exemple, pour une centrale nucléaire, arrêt à froid ou arrêt à chaud, fonctionnement à pleine puissance ou à puissance réduite);
- (e) Les autres activités dans la même zone pouvant interférer avec le travail;
- (f) La préparation et l'assistance au cours des opérations (isolement du processus, échafaudage, travaux d'isolation, etc.);
- (g) Les vêtements de protection et les outils à utiliser;
- (h) La communication nécessaire pour assurer la surveillance et la coordination;
- (i) La manutention des déchets produits;
- (j) La sûreté conventionnelle.

5.38. Pour chaque tâche nécessitant des précautions radiologiques, un permis de travail sous rayonnements (PTR) devrait normalement être préparé. Le PTR est délivré par les personnes en charge de la planification des opérations, en collaboration avec le responsable de la protection radiologique. Une copie du PTR devrait être fournie au superviseur du travail et devrait être conservée par l'équipe opérationnelle pendant l'exécution du travail. En plus de la description du travail à effectuer, le PTR peut inclure:

- (a) Une carte détaillée des débits de dose de la zone de travail et des points chauds possibles, créée à partir d'une étude menée préalablement au travail ou alors estimée;
- (b) Une estimation des niveaux de contamination et comment ils peuvent se modifier au cours du travail;
- (c) Une estimation de l'exposition collective et individuelle pour chaque étape du travail;
- (d) La spécification de tout dosimètre supplémentaire devant être utilisé par les travailleurs;
- (e) La spécification de l'équipement de protection devant être utilisé au cours des différentes phases du travail;
- (f) Le détail de toute limitation de temps ou de dose;

- (g) Les instructions indiquant quand contacter le responsable de la protection radiologique.

CONTRÔLE RADIOLOGIQUE ET ÉVALUATION DE DOSE

5.39. Les mesures liées à l'évaluation ou au contrôle de l'exposition aux rayonnements et aux matières radioactives sont désignées sous le terme général de «contrôle radiologique». Bien que les mesures jouent un rôle majeur dans un PRP, le contrôle radiologique est plus qu'une simple mesure; il requiert une interprétation et une évaluation. La justification principale d'une mesure doit, de ce fait, être recherchée dans la manière dont elle aide à atteindre et prouver une protection adéquate, y compris la mise en œuvre de l'optimisation de la protection. Les fonctions principales des diverses formes du contrôle radiologique sont traitées dans cette section. D'autres conseils sont donnés, dans les guides de sûreté connexes, sur l'évaluation de dose [3, 4].

5.40. Le contrôle radiologique peut procurer d'autres avantages importants dans les domaines des relations industrielles ou publiques — comme la remise en confiance et la motivation de la main-d'œuvre — ou de l'investigation scientifique — comme les données pour des études épidémiologiques — ou dans la fourniture d'informations utiles pour la détermination de la responsabilité dans le cas de la manifestation d'effets néfastes pour la santé chez des travailleurs individualisés. Ces considérations sont susceptibles d'influencer les décisions sur la nature et la portée des programmes de contrôle radiologique, mais elles ne fournissent pas en elles-mêmes la justification principale d'un programme de contrôle radiologique pour la radioprotection. Malgré son importance, le contrôle radiologique est une technique de radioprotection; ce n'est pas une fin en soi.

5.41. Ainsi, un programme de contrôle radiologique peut être utilisé pour un grand nombre d'objectifs spécifiques, selon la nature et la portée de la pratique. Ces objectifs peuvent inclure:

- (a) La confirmation de bonnes pratiques de travail (par exemple, l'adéquation de la supervision et de la formation) et de bonnes normes de construction;
- (b) La fourniture d'informations sur les conditions de travail et le moyen d'établir si elles sont soumises à un contrôle satisfaisant et si les modifications opérationnelles ont amélioré ou détérioré les conditions de travail radiologiques;
- (c) L'estimation de l'exposition réelle des travailleurs pour prouver la conformité par rapport aux obligations réglementaires;

- (d) L'évaluation et le développement des procédures d'exploitation à partir de l'examen des données de contrôle radiologique collectées pour les individus et les groupes (de telles données peuvent être utilisées pour identifier les bons et les mauvais éléments des procédures d'exploitation et des caractéristiques de conception et contribuer ainsi au développement de pratiques de travail sous rayonnements plus sûres);
- (e) La fourniture d'informations qui peuvent être utilisées pour permettre aux travailleurs de comprendre comment, quand et où ils sont exposés et pour les motiver à réduire leur exposition;
- (f) La fourniture d'informations pour l'évaluation des doses en cas d'expositions accidentelles.

De plus, les données du contrôle radiologique peuvent également être utilisées:

- (g) Pour l'analyse risques-bénéfices;
- (h) Pour compléter les dossiers médicaux;
- (i) Pour des études épidémiologiques de la population exposée.

5.42. La principale responsabilité de l'élaboration d'un programme de contrôle radiologique revient à la direction. Le programme de contrôle radiologique doit donc être conçu par la direction, sur la base de l'évaluation radiologique préalable traitée aux paragraphes 5.4–5.6, en tenant compte des obligations réglementaires.

5.43. Les programmes de contrôle radiologique peuvent être divisés et sous-divisés en un certain nombre de types différents. La première division se rapporte aux objectifs du contrôle radiologique. À ce niveau, trois types de contrôle radiologique sont effectués dans des buts de radioprotection:

- (a) Le contrôle radiologique de routine est associé à l'exploitation normale et est destiné à démontrer que les conditions de travail, y compris les niveaux de dose individuelle, restent satisfaisantes et répondent aux obligations réglementaires. Il est donc, par nature, principalement un outil de confirmation, mais étaye le programme global de contrôle radiologique opérationnel.
- (b) Le contrôle radiologique lié à une tâche s'applique à une opération spécifique. Il fournit des données utiles aux décisions immédiates sur la gestion d'une opération. Il peut également aider à l'optimisation de la protection.
- (c) Le contrôle radiologique particulier est, par nature, un contrôle d'investigation et couvre généralement une situation sur un lieu de travail pour laquelle la quantité d'informations est insuffisante pour garantir un contrôle adéquat. Il est conçu pour fournir des informations détaillées servant à élucider un problème et à définir les procédures ultérieures. Il devrait normalement être effectué

au stade de la mise en service de nouvelles installations, à la suite de modifications importantes apportées aux installations ou aux procédures ou lorsque des opérations sont effectuées dans des circonstances anormales comme lors d'un accident.

5.44. Chacun de ces types peut être subdivisé en fonction du lieu du contrôle radiologique:

- (a) Le contrôle radiologique du lieu de travail comprend les mesures faites dans l'environnement de travail;
- (b) Le contrôle radiologique individuel est effectué au moyen des mesures fournies par l'équipement porté par les travailleurs individuels ou de la mesure des quantités de matières radioactives présentes dans leur organisme et sur leur corps et de l'interprétation de ces mesures.

5.45. Le contrôle radiologique du lieu de travail peut encore être subdivisé en contrôle radiologique du rayonnement externe, de la contamination de l'air et de la contamination de surface. Le contrôle radiologique individuel peut encore être subdivisé en contrôle radiologique de l'exposition externe, de l'exposition interne et de la contamination de la peau. Le détail des programmes sera influencé par le type et l'énergie du rayonnement ainsi que par les radioéléments impliqués.

5.46. La conception et mise en œuvre d'un programme de contrôle radiologique devrait se conformer aux exigences de l'assurance de la qualité afin de garantir que les procédures sont correctement établies et respectées et que les enregistrements sont rapidement effectués et conservés. L'équipement à utiliser pour le programme de contrôle radiologique devrait être adapté au(x) type(s) de rayonnement et aux formes de matière radioactive rencontrées sur le lieu de travail. L'équipement devrait être étalonné afin de satisfaire aux normes appropriées. Des conseils plus détaillés sont présentés dans les documents AIEA/BIT connexes [3, 4, 17].

5.47. Les objectifs d'un programme de contrôle radiologique devraient être clairement définis et consignés, et la conception du programme devrait refléter ces objectifs. La conception devrait inclure la base de l'interprétation des résultats du contrôle et la manière dont celle-ci est liée aux objectifs du programme, et cette base devrait être consignée. Dans le programme, on devrait faire la distinction entre le contrôle radiologique ayant pour objet le contrôle des opérations et celui ayant pour objet l'évaluation formelle des doses destinée à satisfaire aux obligations réglementaires.

5.48. La conception du programme de contrôle radiologique devrait indiquer les enregistrements à conserver et les procédures associées de tenue des archives et

d'élimination des enregistrements. Tous ces aspects devraient être réexaminés régulièrement, avec une fréquence déterminée par la direction ou à la suite de toute modification majeure apportée au fonctionnement de l'installation ou aux obligations réglementaires. Le but de tels examens devrait être de garantir que l'effort de contrôle radiologique (type, fréquence et portée) est convenablement employé. Les informations devraient également être utilisées pour identifier les bons et les mauvais éléments des procédures opérationnelles et des caractéristiques de la conception.

Contrôle radiologique individuel

5.49. Les NFI (réf. [2], par. I.33) précisent que:

«Les travailleurs qui sont normalement employés dans une zone contrôlée, ou qui travaillent occasionnellement dans une zone contrôlée et sont susceptibles de subir une exposition professionnelle significative, font l'objet d'un contrôle radiologique individuel lorsque cette méthode est adaptée, adéquate et applicable. Dans les cas où elle ne l'est pas, l'exposition professionnelle des travailleurs est évaluée d'après les résultats du contrôle radiologique du lieu de travail et les informations concernant l'endroit où les travailleurs ont subi une exposition et la durée de celle-ci.»

Des exemples de situations où le contrôle radiologique individuel peut ne pas être approprié ou réalisable sont présentés dans les guides de sûreté traitant de l'évaluation de l'exposition [3, 4].

5.50. Les NFI (réf. [2], par. I.34) précisent que:

«Pour les travailleurs qui sont employés régulièrement dans une zone surveillée ou qui n'entrent dans une zone contrôlée qu'occasionnellement, un contrôle radiologique individuel n'est pas exigé, mais l'exposition professionnelle du travailleur est évaluée. Cette évaluation est faite d'après les résultats du contrôle radiologique du lieu de travail ou du contrôle radiologique individuel.»

5.51. Les NFI (réf. [2], par. I.35) précisent que:

«La nature, la fréquence et la précision du contrôle radiologique individuel sont déterminées en fonction de la valeur et des fluctuations éventuelles des niveaux d'exposition ainsi que de la probabilité et de la valeur des expositions potentielles.»

5.52. L'exposition externe à des rayonnements photoniques fortement pénétrants peut normalement être facilement évaluée grâce au contrôle radiologique individuel.

L'évaluation de l'exposition individuelle à d'autres types de rayonnement (rayons X de faible énergie, neutrons et particules bêta par exemple) est plus difficile. Un dosimètre devrait être capable de mesurer les quantités opérationnelles pour le type spécifique de rayonnement présent. Le cas échéant, les dosimètres à utiliser pour le contrôle radiologique de routine devraient être conçus pour mesurer l'exposition potentielle maximale raisonnablement prévisible, comme déterminée dans l'évaluation préalable. Lorsque cela n'est pas réalisable, des dispositifs de remplacement adaptés, comme des dispositifs de surveillance de zone ou des dosimètres supplémentaires, devraient être fournis. Pour une exposition non uniforme, il peut être nécessaire dans ces circonstances de porter des dosimètres supplémentaires pour les parties du corps (par exemple les mains ou les doigts) qui paraissent susceptibles de recevoir une fraction importante de la limite de dose applicable à cette partie du corps.

5.53. Lorsque des expositions importantes sont susceptibles de s'accumuler dans l'échelle normale de lecture d'un dosimètre courant ou lorsque l'on s'attend à ce que les conditions radiologiques changent significativement au cours du travail, des dosimètres supplémentaires pourraient être utiles. Dans ces situations, les dosimètres à lecture directe sont particulièrement avantageux car ils peuvent être lus par l'utilisateur au cours du travail et des enregistrements de l'exposition peuvent être faits à la fin des périodes ou phases de travail.

5.54. Les NFI (réf. [2], par. I.36) précisent que:

«Les employeurs veillent à ce que les travailleurs qui peuvent être exposés à une contamination radioactive, y compris ceux qui utilisent des appareils respiratoires, soient identifiés, et ils organisent un contrôle radiologique approprié dans la mesure nécessaire pour prouver l'efficacité de la protection assurée et évaluer l'incorporation de substances radioactives ou les doses engagées, selon qu'il convient.»

5.55. Le contrôle radiologique individuel pour l'évaluation de la dose interne devrait être utilisé lorsque la dose interne peut être importante. Dans toute la mesure du possible, l'incorporation de matière radioactive devrait être évaluée à l'aide de mesures *in vivo* ou *in vitro* ou par un contrôle radiologique effectué sur des échantillons d'air inhalé individuels. Les facteurs techniques principaux pouvant influencer la décision d'effectuer un contrôle individuel de routine pour le rayonnement interne sont les niveaux prévus et les variations probables des incorporations et la complexité de la mesure et des procédures d'interprétation constituant le programme de contrôle radiologique. Des conseils plus détaillés sur l'évaluation de la dose interne sont prodigués dans le guide de sûreté connexe [4].

5.56. Pour obtenir l'exactitude et la précision nécessaires, une dosimétrie individuelle devrait être effectuée, dès que possible, par un service de dosimétrie agréé. L'organisme de réglementation devrait envisager la création d'une procédure d'accréditation nationale servant de base pour l'approbation des services de dosimétrie.

Contrôle radiologique du lieu de travail

5.57. Les NFI (réf. [2], par. I.37) précisent que:

«Les titulaires d'enregistrements ou de licences, au besoin en coopération avec les employeurs, établissent, maintiennent et gardent à l'examen un programme de contrôle radiologique du lieu de travail, sous la direction d'un expert qualifié et d'un responsable de la protection radiologique si l'Organisme de réglementation le prescrit.»

5.58. Les NFI (réf. [2], par. I.38) précisent que:

«La nature et la fréquence du contrôle radiologique des lieux de travail:

- (a) sont telles qu'elles permettent:
 - (i) d'évaluer les conditions radiologiques sur tous les lieux de travail;
 - (ii) d'évaluer l'exposition dans les zones contrôlées et les zones surveillées;
 - (iii) de réexaminer la classification des zones contrôlées et des zones surveillées;
- (b) dépendent du niveau de l'équivalent de dose ambiant et de l'activité volumique, y compris de leurs fluctuations prévisibles ainsi que de la probabilité et de la valeur des expositions potentielles.»

5.59. Les NFI (réf. [2], par. I.39) précisent que:

«Les programmes de contrôle radiologique des lieux de travail précisent:

- (a) les grandeurs à mesurer;
- (b) les endroits et les moments où les mesures doivent être effectuées, ainsi que la fréquence de celles-ci;
- (c) les méthodes et les procédures de mesure les plus appropriées;
- (d) les niveaux de référence et les actions à entreprendre s'ils sont dépassés.»

5.60. Les résultats et les conclusions du contrôle radiologique du lieu de travail devraient être consignés (voir par. 5.86) et mis à disposition des cadres et des employés (par l'intermédiaire de leurs représentants le cas échéant). Ces informations

devraient servir de support pour les évaluations antérieures et postérieures aux travaux, la planification des tâches, le contrôle de la contamination et la gestion des opérations de contrôle radiologique. Les modifications importantes dans les résultats du contrôle radiologique devraient être identifiées et les tendances devraient être analysées périodiquement. Des actions correctives devraient être prises autant qu'il sera nécessaire.

5.61. Une attention toute particulière devrait être apportée à la sélection et à l'utilisation des instruments afin de garantir que leurs caractéristiques de performance sont appropriées au cas spécifique de contrôle radiologique du lieu de travail. Des conseils sur la prise en compte des éléments liés à l'acquisition, l'utilisation, la maintenance et aux tests des instruments de radioprotection sont prodigués dans les guides de sûreté connexes [3, 4] et dans un Rapport de Sûreté qui traite de l'étalonnage des instruments et des dosimètres [17].

Évaluation des doses individuelles

5.62. Les NFI (réf. [2], par. I.32) précisent que:

«Les employeurs, ainsi que les travailleurs indépendants, et les titulaires d'enregistrements ou de licences, sont chargés de prendre les dispositions nécessaires pour évaluer l'exposition professionnelle des travailleurs à partir d'un contrôle radiologique individuel, selon qu'il convient, et veillent à ce que les arrangements voulus soient conclus avec des services de dosimétrie dans le cadre d'un programme d'assurance de la qualité approprié.»

Les exigences de l'assurance de la qualité qui devraient s'appliquer aux services de dosimétrie sont traitées dans les guides de sûreté connexes relatifs à l'évaluation de l'exposition professionnelle [3, 4].

5.63. La décision d'employer un contrôle radiologique individuel peut être influencée par les niveaux prévus et les variations probables des doses ou des incorporations, et la complexité des procédures de mesure et d'interprétation composant le programme de mesures. L'évaluation des doses individuelles utilise les résultats des mesures individuelles et du lieu de travail pour attribuer une valeur d'exposition externe ou interne pour un individu ou un groupe d'individus.

5.64. Une évaluation de dose formalisée est la détermination d'une dose individuelle — effectuée au sein d'un cadre d'assurance de la qualité bien défini — assujettie aux conseils et à l'approbation de l'organisme de réglementation. Une évaluation de dose formalisée devrait être exigée pour tout travailleur normalement employé dans une

zone contrôlée. Pour toute composante de l'exposition professionnelle (par exemple rayonnement photonique extrêmement pénétrant, irradiation neutronique, exposition interne), de telles évaluations devraient être envisagées si le contrôle radiologique indique que la dose effective annuelle correspondante dépasse 1 mSv et devraient sans aucun doute être effectuées pour les doses effectives annuelles totales estimées être supérieures à 5 mSv. Il faudrait également prendre en compte la probabilité et l'ampleur possible d'expositions potentielles.

5.65. Un contrôle de l'exposition, sans nécessairement devoir procéder à une évaluation de dose formalisée, devrait être effectué pour tout travailleur régulièrement employé dans une zone surveillée ou qui entre occasionnellement dans une zone contrôlée mais dont on pense que les doses ne seront pas importantes. Ce contrôle radiologique peut être basé sur les résultats des programmes habituels de mesure du lieu de travail.

5.66. En général, l'exposition aux rayonnements d'un travailleur individuel devrait être évaluée à partir des résultats du contrôle radiologique individuel. Dans certains cas, particulièrement lors de l'évaluation des doses internes, lorsque ceci n'est pas possible ou réalisable, on devrait se baser sur le contrôle radiologique du lieu de travail. Lorsque c'est le cas, le programme de contrôle radiologique devrait fournir des informations détaillées sur les déplacements du travailleur et les variations dans le temps et l'espace des concentrations atmosphériques dans l'environnement immédiat du travailleur.

5.67. Pour évaluer l'exposition individuelle au rayonnement interne, il faudra peut-être établir un niveau d'incorporation ou de concentration atmosphérique qui sera utilisé comme indicateur de l'existence potentielle d'une dose individuelle importante. Dans le calcul d'un tel niveau, les substances radioactives et les voies d'exposition spécifiques du lieu de travail correspondant devraient être prises en compte si possible. Si le niveau est dépassé, des mesures directes supplémentaires de l'exposition interne de l'individu peuvent être nécessaires. Ceci peut également être souhaitable s'il existe le moindre doute quant à la précision de la dose évaluée pour les conditions spécifiques du lieu de travail.

5.68. Pour les évaluations de dose, il est important d'évaluer l'exactitude des procédures ou des appareils de contrôle radiologique particuliers utilisés pour déterminer l'exposition externe et interne. L'objectif devrait être d'établir un dossier aussi complet que raisonnablement possible des doses crédibles évaluées de façon formalisée. La direction devrait tenir compte des facteurs affectant la précision de l'évaluation de dose, définir les critères de précision pour la dosimétrie formalisée

et les procédures d'évaluation de dose, et prendre les mesures raisonnables et appropriées pour quantifier et minimiser les incertitudes.

5.69. Pour les visiteurs effectuant de courts et rares passages dans des zones contrôlées, tels que la probabilité d'expositions importantes est nulle, le contrôle radiologique individuel et la tenue d'un registre ne sont pas nécessaires. Toutefois, la connaissance des conditions radiologiques dans les zones visitées — par exemple, les données provenant du contrôle radiologique de la zone ou du contrôle radiologique individuel de l'escorte des visiteurs — est nécessaire et devrait être consignée.

Utilisation des niveaux d'investigation

5.70. Les niveaux d'investigation (voir par. 2.14) ont un rôle important à jouer dans les programmes de contrôle radiologique. Les organismes réglementaires peuvent également décider d'établir un niveau d'investigation générique du point de vue des doses individuelles à des fins de réglementation. Les niveaux d'investigation peuvent être définis sous forme de pratiquement n'importe quelle grandeur mesurable liée à l'individu ou à l'environnement de travail. Ils devraient être définis par la direction dans ses PRP, leur but étant de faciliter le contrôle des opérations et des expositions. S'ils sont dépassés, on devrait procéder à un examen des mesures de protection et de sûreté ainsi que des raisons du dépassement de la valeur. De tels examens peuvent conduire à l'introduction de mesures de protection et de sûreté supplémentaires.

5.71. Les niveaux d'investigation relatifs aux doses individuelles et aux incorporations devraient être définis par la direction sur la base des niveaux de dose individuelle prévus. Les valeurs basées sur une fraction sélectionnée de la limite de dose correspondante et correspondant à la période à laquelle le résultat individuel se réfère peuvent être utiles pour l'organisme de réglementation. Dans le passé, les niveaux d'investigation étaient souvent basés sur les trois dixièmes de la dose limite. Ceci peut encore être acceptable dans certaines situations.

5.72. Le contrôle radiologique du lieu de travail peut comporter la mesure des débits de dose, des niveaux de contamination et des matières radioactives en suspension dans l'air ou une combinaison de ces mesures. Les niveaux d'investigation pour le contrôle radiologique du lieu de travail devraient être définis par la direction sur la base des niveaux prévus et de l'expérience d'exploitation. Souvent, une fraction de la limite dérivée de concentration dans l'air est utilisée comme indicateur de l'importance d'une mesure particulière de concentration dans l'air. Les valeurs de la contamination surfacique (activité par unité de surface) calculées à partir d'une fraction de la limite de dose correspondante ont également été utiles pour indiquer l'importance de mesures particulières. De telles valeurs jouent souvent le rôle de

niveaux d'investigation et peuvent servir à indiquer une détérioration des conditions de travail radiologiques.

5.73. Les niveaux d'investigation devraient être définis au stade de la planification des activités et peuvent être révisés lorsque cela est nécessaire sur la base de l'expérience d'exploitation. Un niveau peut être défini pour des individus impliqués dans une opération particulière ou être calculé spécifiquement pour des individus dans un lieu de travail sans aucune référence à une opération particulière. Ce dernier est particulièrement adapté lorsque les individus sont exposés à un grand nombre de sources différentes sur un lieu de travail ou participent à un certain nombre de tâches différentes au travail.

5.74. La direction devrait identifier ceux qui seront responsables de lancer des investigations lorsqu'elles seront nécessaires. Le but de chaque niveau d'investigation ainsi que les actions associées devraient être clairement définis au préalable. L'investigation devrait prendre en compte:

- (a) Les circonstances conduisant à l'exposition suspectée;
- (b) La vérification des résultats de la dosimétrie;
- (c) La probabilité pour ces niveaux ou limites de dose d'être dépassés sous certaines conditions de travail;
- (d) Les actions correctives à prendre.

Dossiers

Dossiers des évaluations d'exposition professionnelle

5.75. Les NFI exigent que «les employeurs et les titulaires d'enregistrements ou de licences tiennent les dossiers d'exposition pour chaque travailleur dont l'exposition professionnelle doit être évaluée» (réf. [2], par. I.44). Il s'ensuit que chaque installation devrait établir une procédure indiquant comment les résultats et les données du contrôle radiologique doivent être communiqués, quels niveaux de dose doivent être enregistrés, et quels documents et dossiers d'exposition aux rayonnements doivent être conservés. En général, le service de dosimétrie a des contacts directs limités avec les travailleurs et les cadres de l'installation. Les résultats du contrôle radiologique sont, toutefois, souvent utilisés par la direction pour conseiller le personnel chargé de la radioprotection opérationnelle lorsqu'une intervention sur un travailleur, comme un échantillonnage de suivi ou une restriction de travail, est nécessaire. En conséquence, une coopération permanente est nécessaire entre tous ceux qui sont impliqués dans différentes parties des programmes de contrôle radiologique et de protection.

5.76. La tenue de dossiers de suivi dosimétrique consiste à créer et conserver les enregistrements des doses individuelles des travailleurs sous rayonnements. La tenue de dossiers est une partie essentielle du processus de contrôle radiologique individuel.

5.77. Le programme de contrôle radiologique devrait avoir défini des évaluations de dose ou des périodes de contrôle radiologique appropriées, relatives au traitement des dosimètres ou à un programme d'échantillonnage. Les enregistrements de dose pour les individus devraient être élaborés de manière à ce que les doses évaluées pour ces périodes soient identifiables séparément.

5.78. Les dossiers de suivi dosimétrique devraient être tenus à jour et des procédures devraient être établies pour garantir que les évaluations de dose tirées de n'importe quelle période de contrôle radiologique sont rapidement incorporées dans les dossiers de chaque individu.

5.79. Le dossier de suivi dosimétrique individuel devrait être uniquement lié au travailleur et devrait pouvoir permettre le cumul approprié des doses externes et internes. Pour chaque année, le dossier devrait comprendre:

- (a) L'identification unique de l'individu;
- (b) L'exposition cumulée de l'année et, lorsque cela est nécessaire, pour la période de cinq ans appropriée;
- (c) Les mesures de la dose externe et la méthode d'évaluation:
 - (i) L'équivalent de dose individuel, $H_p(10)$;
 - (ii) Le cas échéant (par exemple dans le cas d'une exposition importante à des photons de faible énergie ou à un rayonnement bêta), l'équivalent de dose individuel, $H_p(0,07)$;
- (d) Les mesures de la dose interne:
 - (i) La dose effective engagée, $E(50)$;
 - (ii) Le cas échéant (par exemple dans le cas d'une surexposition), la dose équivalente engagée, $H(50)$;
- (e) Les évaluations des résultats de dose anormaux, comme des doses étonnamment élevées ou faibles;
- (f) La dose allouée en cas de perte ou d'endommagement de dosimètres ou d'échantillons;
- (g) Toutes les autres informations sur l'exposition précédente, autant qu'il est nécessaire, pour prouver la conformité par rapport aux exigences établies par l'organisme de réglementation correspondant;
- (h) Les informations sur la matière et les radioéléments impliqués dans toute incorporation importante précédente connue ou suspectée;
- (i) Toute limite de dose spéciale imposée au travailleur;

- (j) Les enregistrements des déclarations officielles de grossesse, de toute annulation de telles déclarations et des déclarations de fin de grossesse;
- (k) La dose cumulée à ce jour (sur la vie entière).

5.80. Les dossiers de suivi dosimétrique individuels devraient inclure toute évaluation d'équivalent de dose ou d'incorporation. Les détails de toute participation à des événements anormaux devraient être inclus, même si aucune estimation de l'exposition ne peut être faite. Il est également important de conserver les dossiers référençant les objectifs, les méthodes de contrôle radiologique et les modèles utilisés pour l'analyse et l'interprétation des données car ils peuvent être nécessaires pour une interprétation ultérieure des enregistrements de doses; la traçabilité des mesures et de l'évaluation de dose est essentielle.

5.81. Lors de l'enregistrement des évaluations de dose il est important d'établir les niveaux d'enregistrement des programmes de contrôle radiologique. Une grande partie des données accumulées dans les programmes de contrôle radiologique n'ont qu'une valeur éphémère; les résultats du contrôle radiologique sont faciles à obtenir, la procédure d'évaluation est complexe et très souvent les doses impliquées sont faibles. Le niveau d'enregistrement dans le contexte du contrôle radiologique individuel devrait être un niveau défini de manière formelle de la dose effective (ou équivalente) ou de l'incorporation au-dessus duquel un résultat provenant d'un programme de contrôle radiologique est suffisamment significatif pour nécessiter la consignation de la valeur mesurée ou calculée dans un enregistrement de dose. Les autres résultats peuvent être couverts par une déclaration générale dans l'enregistrement précisant qu'aucun résultat non enregistré n'a dépassé le niveau d'enregistrement. Cependant, il est essentiel que le fait qu'une mesure ait été effectuée soit enregistré même dans ces cas-là. Le meilleur moyen de le faire peut être de mettre un zéro dans les enregistrements. Toutefois, si l'on procède ainsi, il faut bien faire ressortir le fait que cela signifie que la dose était inférieure au niveau d'enregistrement. Si une incertitude de $\pm 100\%$ est considérée comme acceptable au niveau de l'enregistrement, ceci peut être utilisé pour définir les spécifications nécessaires pour la performance de dose faible des dosimètres individuels (voir le guide de sûreté connexe [3]).

5.82. Le niveau d'enregistrement pour le contrôle radiologique individuel devrait être calculé à partir de la durée de la période de contrôle et d'une dose effective annuelle non inférieure à 1 mSv ou d'une dose équivalente annuelle d'environ 10% de la limite de dose correspondante. Toutefois, dans des cas où plusieurs composantes de l'exposition (comme l'exposition externe et interne d'organes spécifiques) contribuent de manière significative à la dose totale, il peut être souhaitable de calculer des niveaux d'enregistrement plus faibles pour chaque composante. La règle

d'enregistrement pour chaque composante devrait alors être définie de manière formelle et enregistrée.

5.83. En pratique, pour le contrôle radiologique individuel de l'exposition externe, les doses mesurées sont habituellement entrées directement dans les dossiers. Le niveau minimum de détection devrait ensuite être utilisé comme niveau d'enregistrement, c'est-à-dire que les résultats inférieurs à ce niveau doivent être enregistrés avec la valeur zéro. Ceci est satisfaisant à condition que le niveau minimum de détection soit inférieur à la fraction du niveau d'enregistrement de 1 mSv appropriée (pro rata) pour la période d'utilisation. Pour le contrôle radiologique de l'exposition interne, un niveau d'enregistrement appliqué aux résultats mesurés évite l'effort inutile d'une évaluation difficile et longue d'incorporations insignifiantes.

5.84. La dissémination des informations est un aspect important du processus de tenue de dossiers. Les NFI (réf. [2], par. I.47) précisent que:

«Les employeurs et les titulaires d'enregistrements ou de licences:

- (a) donnent aux travailleurs accès aux informations figurant dans leurs propres dossiers d'exposition;
- (b) donnent au responsable du programme de surveillance de la santé, à l'Organisme de réglementation et à l'employeur concerné accès aux dossiers d'exposition;
- (c) facilitent la transmission aux nouveaux employeurs de copies des dossiers d'exposition des travailleurs lorsque ceux-ci changent d'emploi;
- (d) lorsqu'un travailleur cesse son activité, prennent des dispositions pour que ses dossiers d'exposition soient conservés par l'Organisme de réglementation, ou par un service public d'archives ou par le titulaire d'enregistrement ou de licence, selon le cas;
- (e) en se conformant aux dispositions des alinéas (a)–(d), s'attachent, avec le soin et l'attention voulus, à préserver le caractère confidentiel approprié des dossiers.»

5.85. Il s'ensuit que les systèmes d'enregistrement doivent être capables de fournir les informations d'évaluation de dose pour toute période de référence définie dans le PRP ou requise par les organismes de réglementation. Si un travailleur change d'emploi, les dossiers d'enregistrements de dose devraient être rapidement mis à jour et complétés.

Dossiers de contrôle radiologique du lieu de travail

5.86. La direction devrait déterminer les aspects spécifiques du contrôle radiologique du lieu de travail qui doivent être enregistrés, eu égard aux exigences des NFI: «Des dossiers où figurent les résultats du contrôle radiologique et de la vérification du respect des prescriptions sont tenus» (réf. [2], par. 2.40). La direction «consigne dans des dossiers appropriés les données recueillies dans le cadre du programme de contrôle radiologique des lieux de travail qui sont mises à la disposition des travailleurs, le cas échéant par l'intermédiaire de leurs représentants» (réf. [2], par. 1.40). Il est important d'enregistrer les données qui:

- (a) Prouvent la conformité par rapport à la réglementation;
- (b) Identifient les modifications importantes apportées à l'environnement de travail;
- (c) Donnent des détails sur les contrôles du rayonnement, par exemple la date, l'heure, le lieu, les niveaux de radiation, les instruments utilisés, l'expert, les autres commentaires;
- (d) Enregistrent les rapports reçus concernant le lieu de travail où la conformité par rapport aux normes peut être compromise;
- (e) Détaillent toute action appropriée prise.

Périodes de conservation des dossiers

5.87. Beaucoup de ces dossiers, par exemple tous les détails d'un contrôle de rayonnement spécifique, sont de nature éphémère et ne sont utiles que pendant la durée d'une période d'examen définie et il peut ne pas être nécessaire de conserver de tels dossiers pendant de longues périodes. D'autres dossiers peuvent être liés aux décisions concernant la définition du lieu de travail et ces dossiers peuvent être utiles pendant toute la durée de vie du lieu de travail. Il est probable, par exemple, que les dossiers documentant la création de zones désignées devront peut-être être conservés aussi longtemps que les zones désignées existeront. Lorsque la période de conservation n'est pas spécifiée par l'organisme de réglementation, la direction devrait définir une période appropriée pour chaque type de dossier.

5.88. Il est conseillé que les organismes de réglementation décident quelles parties des enregistrements de dose doivent être conservées par la direction à des fins réglementaires et spécifient des périodes de conservation pour chacune d'elles. Les NFI exigent que «les employeurs et les titulaires d'enregistrements ou de licences tiennent des dossiers d'exposition pour chaque travailleur dont l'exposition professionnelle doit être évaluée en application des paragraphes I.32–I.36» (réf. [2], par. I.44) et que:

«Les dossiers d'exposition de chaque travailleur sont conservés pendant toute la vie active de celui-ci et ensuite au moins jusqu'au moment où le travailleur atteint ou aurait atteint l'âge de 75 ans et, en tout cas, pendant au moins 30 ans à dater de la cessation du travail comportant une exposition professionnelle» (réf. [2], par. I.49).

5.89. En plus de la nécessité de prouver la conformité par rapport aux limites de dose, la conservation des dossiers est importante pour quatre autres raisons: pour fournir des données pour l'analyse des répartitions de dose; pour évaluer les tendances d'exposition qui peuvent prendre en compte la dose collective; pour optimiser l'efficacité des procédures et programmes de contrôle radiologique et pour fournir des données pour les études épidémiologiques. Les dossiers sont également fréquemment nécessaires pour des litiges ou pour des cas d'indemnisation des travailleurs, qui peuvent survenir des années après l'exposition réelle ou prétendue. Des règles écrites pour la conservation et l'élimination de chaque type de dossier devraient être préparées et conservées. Des copies des enregistrements devraient être mises à la disposition des travailleurs, des superviseurs, des employeurs et de l'organisme de réglementation. Les travailleurs devraient pouvoir recevoir des résumés de leurs expositions individuelles cumulées et annuelles si cela est demandé par l'individu ou exigé par la réglementation.

5.90. En général, les périodes de conservation devraient être spécifiées par l'organisme de réglementation. En l'absence de telles spécifications, il est suggéré ce qui suit:

<i>Type de dossier</i>	<i>Période de conservation suggérée</i>
Contrôle radiologique du lieu de travail, étalonnage des instruments de contrôle	5 ans
Exposition professionnelle du travailleur, étalonnage de l'équipement de contrôle radiologique individuel	Jusqu'au moment où le travailleur atteint ou aurait atteint 75 ans et 30 ans après la cessation du travail

5.91. Les recommandations précédentes concernent les exigences minimales qui devraient être prescrites par l'organisme de réglementation pour la conservation des dossiers. De plus, la direction peut choisir de conserver des dossiers plus détaillés liés à des opérations spécifiques, qui peuvent, par exemple, être utilisés dans de futures mises en œuvre d'une optimisation de la protection. De telles opérations peuvent inclure des activités de maintenance ou de remise à neuf.

INFORMATION ET FORMATION

5.92. La direction a la responsabilité d'assurer que les travailleurs occasionnellement exposés aux rayonnements et que les personnes auxquelles des responsabilités ont été affectées dans le PRP reçoivent une information et une formation générales sur la radioprotection.

5.93. Les cadres supérieurs devraient être formés aux risques associés au rayonnement ionisant, aux principes fondamentaux de la radioprotection, à leurs responsabilités principales concernant la gestion des risques radiologiques et aux principaux éléments du PRP.

5.94. Les travailleurs qui peuvent ne pas être exposés professionnellement, mais dont le travail peut avoir des conséquences sur le niveau d'exposition des autres travailleurs ou des personnes du public (par exemple, les concepteurs, les ingénieurs, les planificateurs, etc.), devraient acquérir les informations de base sur les principes de la radioprotection. Ils devraient également être formés sur la manière de tenir compte des exigences de la radioprotection au sein de leurs activités de façon à pouvoir optimiser la protection des autres personnes.

5.95. La formation pour les travailleurs directement impliqués dans un travail avec des sources de rayonnement devrait inclure les informations correspondantes, présentées sous la forme de documents, conférences et formation appliquée qui mettent l'accent sur les procédures spécifiques aux tâches assignées au travailleur. Une attention toute particulière devrait être apportée aux sous-traitants pour s'assurer qu'ils possèdent les informations et la formation nécessaires. La formation pour les travailleurs considérés comme étant exposés occasionnellement devrait traiter les sujets à un niveau de détail proportionné aux tâches assignées au travailleur et au risque potentiel. La formation devrait traiter des sujets tels que ceux qui suivent:

- (a) Les risques associés au rayonnement ionisant;
- (b) Les unités et grandeurs fondamentales utilisées en radioprotection;
- (c) Les principes de la radioprotection (optimisation de la protection, limites de dose, etc.);
- (d) Les bases de la radioprotection appliquée, par exemple l'utilisation d'équipements de protection, le blindage de protection, le comportement à tenir dans les zones désignées;
- (e) Les problèmes liés à des tâches spécifiques;
- (f) La responsabilité de recommander immédiatement une personne désignée si un événement imprévu comportant des risques de rayonnements accrus survient;
- (g) Le cas échéant, les actions devant être prises dans l'éventualité d'un accident.

5.96. Lorsqu'un travail impliquant une exposition importante aux rayonnements doit être exécuté, il faudrait envisager d'utiliser une formation sur maquettes ou sur simulateurs pour garantir que le travail se déroulera le plus aisément possible, que tous les risques inutiles seront évités et que les durées d'exposition seront minimisées.

5.97. Les individus auxquels sont assignées les tâches associées à l'utilisation de rayonnement, comme les préposés à l'entretien/concierges ou employés du service sécurité ainsi que d'autres qui peuvent passer quelques instants dans des zones où l'exposition est possible, devraient acquérir les informations de base sur les risques et les actions préventives à prendre. Pour ces individus, il suffira d'une brève discussion sur des sujets tels que l'utilisation du temps et de la distance pour limiter l'exposition, d'un exposé qualitatif sur le risque insignifiant émanant de l'exposition minimale qu'ils peuvent subir et de directives concernant les actions prohibées, exigées ou recommandées.

5.98. Les exigences spécifiques des NFI concernant les travailleuses qui peuvent pénétrer dans des zones contrôlées ou surveillées sont reprises au par. 5.33. De plus, la direction devrait envisager la nécessité éventuelle d'informations et de formation supplémentaires liées à des modifications apportées aux conditions de travail pour limiter l'exposition du fœtus après une déclaration de grossesse.

5.99. Les connaissances des travailleurs sur les fondements de la radioprotection et de la sûreté, leur niveau de formation et leur aptitude à effectuer sans risque les tâches spécifiées devraient être évalués et se révéler adéquats, avant toute affectation non supervisée. Un processus d'évaluation des connaissances des travailleurs, de leur niveau de formation et de leur compétence devrait être établi.

5.100. Les programmes d'information et de formation sur la protection radiologique devraient être documentés et approuvés à un niveau approprié au sein de l'organisation. Ces programmes devraient être réexaminés périodiquement pour s'assurer qu'ils restent d'actualité. Les enregistrements officiels de la formation et du test de chaque travailleur devraient être conservés pendant trois ans après la cessation d'activité. Un recyclage périodique devrait être assuré pour garantir que les travailleurs possèdent les connaissances les plus récentes par rapport à leur travail et qu'ils ne perdent pas leur vigilance vis-à-vis des risques du lieu de travail. Un recyclage devrait également être entrepris lorsque des modifications importantes sont apportées aux directives ou aux procédures. La formation devrait être mise à jour à intervalles réguliers.

ASSURANCE DE LA QUALITÉ

5.101. Les NFI (réf. [2], par. IV.24–IV.25) exigent qu'un programme d'assurance de la qualité (AQ) soit établi dans le cadre du PRP:

«Il incombe aux titulaires d'enregistrements ou de licences de mettre en place le programme d'assurance de la qualité exigé par les prescriptions principales des Normes; la nature et la portée du programme d'assurance de la qualité sont en rapport avec la valeur et la probabilité des expositions potentielles imputables aux sources dont ils sont responsables.»

«Le programme d'assurance de la qualité prévoit:

- (a) des actions programmées et systématiques visant à donner des assurances suffisantes quant au respect des prescriptions relatives à la conception et à l'exploitation qui sont liées à la protection et à la sûreté, et notamment des dispositions concernant le retour d'expérience en matière d'exploitation;
- (b) un cadre permettant d'analyser les tâches, de mettre au point des méthodes, d'établir des normes et de définir les compétences nécessaires pour la conception et l'exploitation de la source;
- (c) la validation des modèles et la fourniture et l'emploi des matériaux, des méthodes de fabrication, d'inspection et d'essai, ainsi que des procédures d'exploitation et d'autres procédures.»

5.102. De nombreux conseils sur le développement de systèmes de contrôle de la qualité sont donnés dans les rapports de la collection ISO 9000 [18], dans les guides appropriés de l'ISO et de la Commission électrotechnique internationale (CEI), et dans un grand nombre d'autres rapports; l'AIEA a publié un rapport de ce type pour les centrales nucléaires et autres installations nucléaires [19]. Ces conseils peuvent s'appliquer aussi bien aux produits qu'aux services. Les détails spécifiques des exigences, de la structure et de la mise en œuvre des programmes d'AQ dépendent de la structure réglementaire nationale et des conditions locales, dont les ressources disponibles, et souvent du personnel.

5.103. Le maintien de l'efficacité d'un PRP dépend de la capacité de ceux qui sont en charge de la mise en œuvre de ses diverses composantes à adopter un programme d'AQ et à prêter le plus d'attention possible aux leçons tirées de l'expérience. L'évaluation, via les examens et audits appropriés, de la manière dont est mis en œuvre le PRP et de la qualité du PRP lui-même est l'élément essentiel d'un programme efficace.

5.104. La direction devrait s'engager vis-à-vis de l'AQ et devrait fournir les ressources financières et humaines nécessaires pour satisfaire les normes de qualité et les conserver au cours du temps.

5.105. Le principal objectif de l'incorporation de principes d'AQ dans le PRP est d'améliorer la sûreté en instaurant la confiance vis-à-vis des résultats du PRP. Les autres avantages sont le renforcement de l'efficacité par la création d'un système d'amélioration du PRP basé sur l'utilisation de l'expérience correspondante (leçons tirées), l'identification et la correction rapide des déficiences et le contrôle des performances.

5.106. En particulier, des programmes d'AQ devraient être établis pour les services de dosimétrie (voir par. 5.62). La nature et la portée du programme d'AQ devraient être cohérentes avec le nombre de travailleurs contrôlés et avec l'ampleur et la probabilité prévues des expositions sur les lieux de travail couverts par le programme de contrôle radiologique [3, 4]. Le guide ISO/CEI 25 [20], qui est utilisé par de nombreux organismes de réglementation pour accréditer les programmes de test et d'étalonnage, est tout particulièrement important. La qualité d'un service de dosimétrie dépend fortement de la participation et de l'engagement du personnel de ce service.

5.107. Le programme d'AQ peut être divisé fonctionnellement en activités de gestion, d'exploitation et d'évaluation. Dans toute organisation développant un PRP, la participation, l'autorité et les responsabilités de la direction devraient être clairement définies et documentées. La direction devrait posséder l'autorité globale et la responsabilité du PRP, y compris les aspects associés à l'assurance de la qualité.

5.108. La direction devrait avoir la responsabilité de:

- (a) Établir, mettre en œuvre et tenir à jour le programme d'AQ;
- (b) S'assurer que le personnel du PRP est compétent pour effectuer le travail;
- (c) S'assurer que les éléments, services et processus qui ne satisfont pas aux critères sont identifiés et rapidement corrigés;
- (d) S'assurer que les documents établissant le PRP sont préparés, revus, approuvés, publiés, distribués, autorisés et révisés selon le cas;
- (e) Établir un système de gestion des archives qui prévoit l'identification, le classement, un stockage sûr, la maintenance, la récupération et l'élimination des enregistrements;
- (f) Établir un système d'approvisionnement qui garantit que les articles achetés satisfont aux critères établis et se comportent comme prévu;
- (g) Établir quel travail nécessite un essai d'acceptation.

5.109. Le personnel opérationnel devrait avoir la responsabilité de:

- (a) Planifier et exécuter le travail conformément aux normes appropriées, aux procédures approuvées, aux instructions de travail et à toute autre exigence établie;
- (b) Utiliser des principes scientifiques et techniques sains ainsi que des données vérifiées pour le processus de conception;
- (c) Se procurer les articles, les équipements et le matériel chez des fournisseurs agréés dans les conditions déterminées;
- (d) S'assurer que les articles, équipements et services sont contrôlés ou testés pour prouver qu'ils fonctionnent comme prévu. L'étalonnage des appareils de mesure est un exemple de tels tests.

AUDITS ET REVUES

5.110. Le PRP devrait être évalué régulièrement. Les audits et/ou revues des activités dans le cadre du PRP devraient être planifiés en fonction du statut et de l'importance de l'activité. La direction devrait établir un processus pour ces évaluations servant à identifier et corriger les problèmes de gestion et les problèmes administratifs qui peuvent empêcher d'atteindre les objectifs du programme. Les audits et les revues devraient être menés par des personnes techniquement capables d'analyser les processus et les procédures devant être évalués mais qui n'ont aucune responsabilité directe vis-à-vis de ces activités. Ce peut être des employés d'autres zones de travail au sein de l'organisation ou il peut être avantageux de faire procéder à une évaluation indépendante effectuée par d'autres organisations. L'objectif de telles évaluations est d'accroître l'efficacité et le rendement du PRP.

5.111. Les audits et les revues devraient être effectués conformément à des procédures écrites et à des listes de contrôle. Ils devraient être menés lorsqu'une ou plusieurs des conditions suivantes se présentent:

- (a) Lorsque l'organisme de réglementation l'exige;
- (b) Lorsqu'une évaluation indépendante systématique du programme est considérée comme nécessaire par la direction;
- (c) À la suite de la mise en œuvre d'un nouveau PRP ou d'un nouvel élément important du programme;
- (d) Lorsque des changements importants ont été apportés aux domaines fonctionnels du PRP, comme une importante réorganisation ou révision procédurale;

- (e) Lorsqu'il est nécessaire de vérifier la mise en œuvre d'actions correctives précédemment identifiées.

6. INTERVENTION EN SITUATION D'URGENCE

GÉNÉRALITÉS

6.1. Les situations d'exposition d'urgence requérant des actions protectrices pour réduire ou éviter des expositions sont étudiées dans la section 3 des NFI (réf. [2]). Les obligations fondamentales sont d'entreprendre des actions protectrices à chaque fois qu'elles sont justifiées et d'optimiser ces actions afin d'en tirer le plus d'avantages possibles. Le par. 3.5 des NFI précise: «Dans le cas des situations d'expositions d'urgence, il est peu probable que des actions correctives soient normalement nécessaires, sauf si les niveaux d'intervention ou d'action sont ou peuvent être dépassés.» De plus amples informations sur la sûreté des sources et sur les situations d'exposition d'urgence sont données dans les appendices IV et V des NFI.

PLANS D'URGENCE ET RESPONSABILITÉS

6.2. Les situations d'exposition d'urgence peuvent survenir à la suite d'un accident. Dans la plupart des accidents, les conséquences sur le site sont probablement les plus importantes. La protection des travailleurs impliqués dans des actions protectrices dans les situations d'exposition d'urgence est traitée ci-dessous.

6.3. Les NFI (réf. [2], par. 3.9) précisent que:

«Tout titulaire d'enregistrement ou de licence responsable de sources pour lesquelles une intervention rapide peut être nécessaire veille à ce qu'il existe un plan d'urgence qui définit les responsabilités sur le site et tienne compte des responsabilités hors du site de manière appropriée pour la source et qui prévoient la mise en œuvre de chacune des formes pertinentes d'action protectrice...»

La décision concernant la nécessité d'avoir ou non des plans d'urgence devrait résulter de l'évaluation radiologique préalable dont il est fait référence dans la section 5. De plus, cette évaluation radiologique préalable devrait indiquer les caractéristiques essentielles qui doivent être incorporées au plan, le degré de

planification étant proportionné à la nature et à l'ampleur du risque et à la faisabilité d'une limitation des conséquences si un accident ou une situation d'urgence survient.

6.4. Les NFI précisent que les plans d'urgence devraient «préciser comment les attributions en matière de gestion des interventions seront remplies sur le site, hors du site et, le cas échéant, de part et d'autre des frontières dans des plans distincts mais reliés entre eux» (réf. [2], par. V.2). Le par. 3.7 des NFI indique spécifiquement que, «pour les expositions professionnelles subies par des travailleurs effectuant une intervention, les responsabilités énoncées dans l'appendice V... incombent au titulaire d'enregistrement ou de licence, à l'employeur et aux organismes d'intervention, conformément à ce qui est prévu par l'Organisme de réglementation». Il est précisé ensuite au par. V.29 que «la personne physique ou morale chargée de veiller à ce que les prescriptions qui précèdent soient respectées est désignée dans les plans d'urgence».

6.5. Si seuls des accidents mineurs sont à prendre en compte, le titulaire d'enregistrement ou de licence devrait établir une liste de mesures exceptionnelles, basée sur une évaluation des conséquences de tout incident ou accident raisonnablement prévisible, afin de restreindre autant que raisonnablement possible l'exposition résultante des travailleurs sur place. Dans de nombreux cas de tels plans accidentels peuvent être très simples.

CONSÉQUENCES IMMÉDIATES D'UN ACCIDENT

6.6. Les plans d'urgence et accidentels devraient inclure un système de catégorisation des travailleurs concernés par les conséquences immédiates de l'accident — par exemple la liste des personnes concernées et leur localisation — et un système fournissant une première évaluation rapide de la dose (voir réf. [2], par. V.24–V.25). Des dispositions devraient également être prises pour la décontamination appropriée des installations et pour l'accueil et le traitement dans un hôpital local des travailleurs suspectés d'être contaminés ou ayant des plaies contaminées ou ayant été exposés à des doses proches ou dépassant le seuil des effets déterministes. Si aucun hôpital local n'est disponible, un moyen de transport d'urgence spécial vers l'hôpital devrait être fourni, par voie aérienne si nécessaire.

MESURES D'URGENCE

6.7. Dans le cas de sources de taille importante, et des centrales nucléaires en particulier, les travailleurs peuvent devoir participer à des actions pour protéger

le public. Dans ces cas-là, la réduction de la dose pour le public (dose évitée) devrait être comparée au détrimement associé à l'intervention, incluant la dose à laquelle sont soumis ces travailleurs.

6.8. L'annexe V des NFI (réf. [2]) donne des conseils détaillés sur les situations d'exposition en cas d'urgence. Les critères d'intervention à utiliser pour les situations d'urgence relatives au nucléaire ou au rayonnement ont été élaborés dans la Collection des normes de sûreté de l'AIEA n° 109 [21].

6.9. Les plans d'urgence préparés à l'avance devraient inclure la définition des rôles et des responsabilités de tous les travailleurs concernés par les actions en cas d'urgence. Le détail des actions protectrices à prendre, des vêtements de protection et des instruments de contrôle radiologique à utiliser, et des dispositifs de dosimétrie devrait également être spécifié. Il faudrait envisager d'isoler les parties de l'installation affectées par l'accident et s'assurer que seules les personnes autorisées pénètrent dans cette zone, de façon contrôlée.

PROTECTION DES TRAVAILLEURS CHARGÉS DE L'INTERVENTION

6.10. La différence fondamentale entre les personnes du public et les travailleurs dans des situations requérant une intervention est que les personnes du public recevront des doses sauf si une action est prise pour l'éviter, alors que les travailleurs ne recevront pas de doses (sauf au début d'un accident) à moins que la décision soit prise de les exposer à la source. Donc, dans la plupart des cas, il est raisonnable de traiter les expositions des travailleurs au sein du système de protection destiné aux pratiques, particulièrement dans les dernières phases de l'intervention. Comme l'exposition est volontaire et contrôlée, les limites de dose des travailleurs sont censées s'appliquer sauf s'il existe des raisons de ne pas les appliquer, comme la nécessité de sauver une vie juste après un accident ou d'éviter le développement de conditions catastrophiques.

6.11. Il s'ensuit donc que les doses pour les travailleurs participant à une intervention devraient, si cela est réalisable, rester inférieures à la limite de dose annuelle maximale pour l'exposition professionnelle, qui dans le cas d'une dose effective est de 50 mSv. Le paragraphe V.28 des NFI (réf. [2]) exige spécifiquement que les travailleurs exécutant des tâches qui peuvent leur faire recevoir une dose supérieure à la limite de dose annuelle maximale soient volontaires. Cependant, il est indiqué dans une note de bas de page que, si du personnel militaire est impliqué, cette exigence peut ne pas s'appliquer dans certaines circonstances. Cette note de bas de page implique que les niveaux de dose évoqués ci-dessus pour les travailleurs

participant à des actions ne s'appliquent pas nécessairement au personnel militaire. Néanmoins, elle précise que l'exposition d'un tel personnel devrait être limitée aux niveaux spécifiés par l'organisme de réglementation.

6.12. Les NFI (réf. [2], par. V.27) envisagent trois situations où il serait justifié que les doses puissent être dépassées, comme suit:

- «(a) pour sauver des vies ou éviter des blessures graves;
- (b) pour mener des actions destinées à éviter une dose collective élevée;
- (c) pour mener des actions destinées à empêcher que la situation ne tourne à la catastrophe.»

6.13. Pour ces situations, l'objectif devrait être, en général, de maintenir les doses à une valeur inférieure au double de la limite de dose annuelle maximale (c'est-à-dire inférieure à une dose effective de 100 mSv ou à des doses équivalentes de 1 Sv sur la peau et de 300 mSv sur le cristallin de l'œil). Cependant, lorsque des actions visant à sauver une vie sont concernées, des niveaux de dose très supérieurs pourraient être justifiés, bien que tous les efforts doivent être faits pour garder ces doses inférieures à 10 fois la limite de dose annuelle maximale afin d'éviter des effets déterministes sur la santé (c'est-à-dire inférieures à une dose absorbée pour tout l'organisme de 500 mGy ou à une dose absorbée pour la peau de 5 Gy). Les travailleurs entreprenant des actions au cours desquelles leur dose peut s'approcher de ou dépasser 10 fois la dose limite annuelle maximale ne doivent le faire que lorsque les avantages pour les autres contrebalancent largement leur propre risque.

6.14. Dans une note de bas de page du par. V.27 des NFI, il est noté que «les travailleurs effectuant une intervention peuvent comprendre, outre ceux qui sont employés par les titulaires d'enregistrements ou de licences, le personnel des services de secours, tel que policiers, pompiers, personnel médical et équipages des véhicules d'évacuation». De tels travailleurs devraient être traités comme indiqué dans les par. 6.16–6.20 ci-dessous.

6.15. Le par. V.28 des NFI (réf.[2]) exige spécifiquement que les travailleurs pouvant recevoir une dose supérieure à la limite de dose annuelle maximale «reçoivent des informations claires et détaillées sur le risque associé pour la santé et qu'ils soient, dans la mesure du possible, formés aux actions qui peuvent être nécessaires». Ces actions se rapportent à leur protection et à celle du public. En particulier, l'information et, si nécessaire, la formation devraient être fournies sur les mesures de protection, comme la protection respiratoire, l'utilisation de vêtements de protection, les blindages et écrans de protection, et la prophylaxie à l'aide de l'iode. Lorsque les travailleurs peuvent être exposés à des champs de rayonnement à relativement hauts

débites de dose, des conseils préétablis devraient être prodigués sur la dose, les débits de dose et les concentrations dans l'air pour la période appropriée.

Catégories de travailleurs

6.16. Les NFI exigent que «toutes les mesures raisonnables soient prises pour ... évaluer et enregistrer les doses reçues par les travailleurs qui participent à une intervention d'urgence» (réf. [2], par. V.31). Il est utile d'étudier les dispositions pour le contrôle radiologique et l'évaluation des doses pour trois grandes catégories de travailleurs:

- (a) Catégorie 1: Les travailleurs de cette catégorie — ceux exécutant une action urgente sur le lieu de l'accident — agissent pour sauver des vies ou pour éviter des blessures sérieuses ou une augmentation importante des doses potentielles pour les personnes du public. Ce seront probablement des employés de l'installation, mais ils peuvent être également des travailleurs des services d'urgence comme les pompiers.
- (b) Catégorie 2: Les travailleurs dans cette catégorie, comme la police, le personnel médical, les conducteurs et équipages des véhicules utilisés pour l'évacuation, agissent pour protéger le public lors de la phase initiale de l'accident et encourront une exposition supplémentaire pour éviter les doses aux personnes du public. Ils ne sont normalement pas considérés comme étant exposés professionnellement aux rayonnements, mais dans le cas d'une action d'urgence ils devraient être inclus dans le système global des mesures de protection.
- (c) Catégorie 3: Les travailleurs dans cette catégorie exécutent des opérations de récupération à la fin de la phase d'urgence de l'intervention. Ces opérations incluent les réparations de l'installation et du site, l'élimination des déchets et la décontamination du site et de l'environnement.

Gestion des travailleurs dans la phase d'urgence

6.17. Les doses encourues par les travailleurs lors de la phase d'urgence de l'intervention devraient être enregistrées séparément, si possible, des doses encourues lors d'un travail courant, mais devraient être notées dans les enregistrements des doses des travailleurs. Le degré de précision requis pour une évaluation de dose devrait augmenter avec le niveau d'exposition susceptible d'avoir été reçu par le travailleur. Des conseils préétablis peuvent faciliter la gestion des travailleurs de la catégories 1, exprimés sous forme de dose et de grandeurs directement mesurables comme les débits de dose et la concentration dans l'air. Les doses des travailleurs des catégories 1 et 2 devraient être contrôlées individuellement à l'aide de moyens

adaptés à la situation, comme les dosimètres à lecture directe ou les dosimètres avertisseurs. Les NFI précisent également que, «lorsque l'intervention est terminée, les doses reçues et le risque pour la santé qui en résulte sont portés à la connaissance des travailleurs concernés» (réf. [2], par. V.31).

6.18. Le par. V.32 des NFI (réf. [2]) précise que:

«Les travailleurs ne sont pas soustraits normalement à toute nouvelle exposition professionnelle en raison des doses reçues dans une situation d'exposition d'urgence. Toutefois, un avis médical autorisé est obtenu avant toute nouvelle exposition si un travailleur qui a subi une exposition d'urgence reçoit une dose dépassant le décuple de la limite de dose annuelle maximale ou si ce travailleur le demande.»

La première préoccupation doit être de savoir si le travailleur a reçu une dose suffisante pour causer de sérieux effets déterministes.

6.19. Ces dispositions concernant le contrôle des doses reçues par les travailleurs exécutant une intervention ne devraient être autorisées que lors de la phase d'urgence. Le par. V.30 des NFI (réf. [2]) précise que:

«Une fois que la phase d'urgence d'une intervention est terminée, les travailleurs effectuant les opérations de rétablissement de la situation normale, telles que réparation des équipements et des bâtiments, évacuation des déchets ou décontamination du site et de la zone environnante, sont soumis à toutes les prescriptions détaillées applicables à l'exposition professionnelle qui sont énoncées dans l'appendice I.»

6.20. L'évaluation de dose des travailleurs de la catégorie 3 devrait être la même que celle de tout travailleur exposé professionnellement, assujettie au système normal de radioprotection, bien qu'il soit stipulé qu'il peut être nécessaire d'utiliser les limites de dose dans les circonstances spéciales traitées dans la section 3.

7. SURVEILLANCE DE LA SANTÉ

OBJECTIFS DE LA SURVEILLANCE DE LA SANTÉ

7.1. Le par. I.43 des NFI (réf. [2]) précise que:

«Les programmes de surveillance de la santé:

- (a) reposent sur les principes généraux de la santé au travail;
- (b) permettent d'évaluer l'aptitude des travailleurs à remplir les tâches envisagées, au moment de l'embauche et en cours d'emploi.

7.2. Les autres objectifs de la surveillance de la santé sont de fournir un ensemble d'informations pouvant être utilisées dans le cas d'exposition accidentelle à un agent dangereux spécifique ou d'une maladie professionnelle et servir à donner aux travailleurs des conseils spécifiques se rapportant à des risques radiologiques auxquels ils sont ou peuvent être assujettis, et de faciliter la gestion des travailleurs surexposés.

RESPONSABILITÉS EN LIAISON AVEC LA SURVEILLANCE DE LA SANTÉ

7.3. Le par. I.41 des NFI (réf. [2]) exige que «les employeurs et les titulaires d'enregistrements ou de licences prennent des dispositions pour assurer une surveillance de la santé appropriée conformément aux règles fixées par l'Organisme de réglementation». Des services internes ou des consultants extérieurs peuvent être utilisés.

7.4. Les NFI (réf. [2], par. I.42) précisent que:

«Si un ou plusieurs travailleurs doivent être affectés à des travaux qui entraînent ou pourraient entraîner une exposition due à une source qui n'est pas sous le contrôle de leur employeur, le titulaire d'enregistrement ou de licence responsable de la source prend avec l'employeur, en tant que condition préalable à cette affectation, les dispositions spéciales de surveillance de la santé qui sont nécessaires pour se conformer aux règles fixées par l'Organisme de réglementation.»

EXAMEN MÉDICAL DES TRAVAILLEURS

7.5. Les examens médicaux des travailleurs exposés professionnellement devraient suivre les principes généraux de la médecine du travail. Des examens devraient être faits avant que ne commence le travail sous rayonnements et des examens périodiques devraient être faits par la suite.

7.6. L'examen initial devrait évaluer la santé des travailleurs et leur aptitude à effectuer les tâches qui leur sont destinées et également identifier les travailleurs dont la condition physique peut nécessiter des précautions particulières au cours du travail. Il devrait, cependant, être exceptionnel que la composante rayonnement de l'environnement de travail influence significativement la décision concernant l'aptitude du travailleur à exécuter un travail sous rayonnements ou influence les conditions générales de travail.

7.7. Trois situations peuvent devoir être prises en compte lors du premier examen médical et lors des visites ultérieures:

- (a) L'aptitude d'un travailleur à porter des appareils respiratoires de protection (si le travail implique l'utilisation de tels appareils);
- (b) L'aptitude d'un travailleur atteint d'une maladie de peau, comme un eczéma ou un psoriasis (si le travail implique la manipulation de sources non scellées);
- (c) L'aptitude d'un travailleur connu pour présenter des troubles psychologiques vis-à-vis d'un travail impliquant des sources de rayonnements.

7.8. Les examens périodiques devraient se concentrer sur la confirmation qu'aucune condition clinique pouvant nuire à la santé du travailleur ne s'est développée lors d'un travail sous rayonnements. La nature de l'examen médical devrait dépendre du type de travail exécuté, de l'âge et de l'état de santé et éventuellement des habitudes du travailleur (par exemple l'usage du tabac). La fréquence des examens devrait normalement être identique à celle de tout autre programme de surveillance médicale professionnelle. La fréquence devrait dépendre de l'état de santé et du type de travail, mais sera généralement annuelle ou tous les deux ans. Lorsque le caractère du travail peut potentiellement entraîner des lésions localisées de la peau dues à l'irradiation, particulièrement aux mains, la peau devrait être examinée périodiquement.

7.9. Les dossiers médicaux devraient être confidentiels et conservés selon les modalités approuvées par l'organisme de réglementation. La période minimale de conservation des dossiers devrait être la durée de vie du travailleur concerné. Toutefois, à cause de la possibilité de litiges, une conservation prolongée des dossiers peut être souhaitable (voir par. 5.90).

7.10. Lors de la détermination de l'aptitude à porter des appareils respiratoires de protection, les examens devraient comporter des contrôles d'intégrité de la fonction pulmonaire. Dans le cas de travailleurs ayant des maladies de peau, la décision concernant l'aptitude devrait être basée sur la nature, l'étendue et l'évolution de la maladie et sur la nature du travail. Les travailleurs ayant de telles maladies ne devraient pas nécessairement être exclus de travaux avec des matières radioactives non scellées si les niveaux d'activité sont faibles et que des précautions appropriées, comme la couverture des parties affectées du corps, soient prises. Dans le cas de travailleurs présentant des troubles psychologiques, la décision concernant l'aptitude devrait prendre en compte les conséquences sur la sûreté des phases symptomatiques de la maladie. La préoccupation principale est de savoir si de tels travailleurs peuvent représenter un danger pour eux-mêmes et pour leurs collègues.

7.11. Il n'existe aucune raison intrinsèque pour que les travailleurs ayant précédemment subi une radiothérapie soient exclus du travail sous rayonnements. Chaque cas devrait être évalué individuellement, prendre en compte la qualité du traitement, le pronostic général et autres considérations relatives à la santé, l'accord et les souhaits du travailleur, et la nature du travail.

INFORMATION ET FORMATION DU MÉDECIN

7.12. Le médecin en charge de la surveillance de la santé des travailleurs devrait avoir accès à toutes les informations concernant les conditions de travail pouvant influencer sur la santé du travailleur et aux suivis dosimétriques officiels de chaque travailleur. Le médecin devrait également bien connaître la nature et les conditions de travail des tâches et emplois particuliers qui sont de la plus grande importance pour décider de l'aptitude d'une personne pour de tels travaux. Certaines de ces informations devront peut-être être reportées dans le dossier médical de l'individu qui devrait être confidentiel. Toutefois — en prenant grand soin de la confidentialité et à condition que les informations sur l'exposition professionnelle ne soient pas utilisées ensuite dans des buts discriminatoires ou de toute autre façon pouvant porter préjudice aux intérêts des travailleurs — les parties intéressées devraient avoir accès aux informations correspondant à la radioprotection et à la sûreté, spécialement celles concernant les circonstances et les niveaux de toute surexposition, les actions correctives et les leçons tirées, y compris comment éviter que cela se reproduise.

7.13. Pour pouvoir s'occuper de la sûreté des travailleurs, des préoccupations et du traitement liés aux rayonnements, le médecin du travail devrait être formé de manière adéquate sur la radioprotection et ses connaissances devraient être périodiquement mises à jour. Cette formation devrait permettre de comprendre les effets biologiques

du rayonnement (stochastiques et déterministes) et les risques associés à une exposition, qu'elle provienne d'opérations courantes ou qu'elle soit la conséquence d'accidents [22]. Ces risques devraient être placés dans le contexte des autres risques professionnels. De plus, le médecin devrait bien connaître les précautions et procédures utilisées pour protéger les travailleurs.

CONSULTATION

7.14. Des consultations spécifiques du médecin du travail, parfois assisté de spécialistes, devraient être mises à la disposition des catégories de travailleurs suivantes:

- (a) Les femmes enceintes ou qui peuvent le devenir ou qui allaitent un enfant;
- (b) Les travailleurs individuels qui ont été ou ont peut-être été exposés avec des doses dépassant largement les limites de dose;
- (c) Les travailleurs qui peuvent s'inquiéter de leur exposition aux rayonnements;
- (d) Les travailleurs qui, pour toute autre raison, demandent une telle consultation.

7.15. Le médecin du travail devrait posséder une connaissance suffisante des effets biologiques de l'exposition aux rayonnements pour pouvoir informer le travailleur des risques radiologiques associés à toutes les situations précitées. Le médecin du travail devrait également être capable de conseiller la direction sur la nécessité de précautions ou procédures particulières concernant les conditions de travail des femmes enceintes et de conseiller les travailleuses enceintes sur les précautions qu'elles-mêmes devraient prendre. Dans le cas d'une exposition ou surexposition accidentelle, le médecin du travail devrait coopérer avec la direction pour garantir que toutes les mesures appropriées pour évaluer la gravité de l'exposition sont mises en œuvre.

GESTION DES TRAVAILLEURS SUREXPOSÉS

7.16. Conformément aux conditions d'autorisation, la direction devrait établir des plans formalisés pour faire face aux situations dans lesquelles les travailleurs peuvent être surexposés. Ces plans devraient s'occuper de la gestion des travailleurs surexposés et des conséquences éventuelles sur la santé. Ils devraient spécifier les actions nécessaires à entreprendre et la direction devrait affecter des moyens pour mener à bien ces actions. D'autres conseils liés à la réponse médicale aux accidents et aux urgences radiologiques sont prodigués dans deux rapports de sûreté de l'AIEA [23, 24].

7.17. S'il y a des raisons de penser qu'une surexposition importante s'est produite, la direction devrait rapidement enquêter pour évaluer la dose reçue par le (ou les) travailleur(s) concerné(s). L'investigation devrait inclure la lecture des dosimètres individuels et de tout instrument de contrôle radiologique et, dans le cas d'une exposition interne, un contrôle radiologique in vivo ou in vitro, selon le cas.

7.18. Les doses évaluées qui sont proches des limites de dose ne nécessiteront probablement pas plus qu'une recherche des causes, afin de pouvoir en tirer les leçons appropriées. Elles ne nécessitent ni enquête médicale ni traitement spécial. Seules des doses très supérieures aux limites de dose (0,2–0,5 Sv ou plus) rendront nécessaires des investigations de dose spéciales comportant une dosimétrie biologique (par exemple une analyse d'aberration chromosomique dans les cellules somatiques, principalement les lymphocytes) et un diagnostic complet ultérieur ou un traitement médical. Le traitement médical des personnes exposées à de hauts niveaux de rayonnement externe devrait s'occuper de tout effet préjudiciable pour la santé, particulièrement les effets déterministes.

7.19. Des mesures destinées à réduire les doses peuvent être justifiées dans le cas d'un travailleur ayant souffert d'une incorporation importante de matière radioactive. De tels travailleurs devraient être avertis de la possibilité d'une intervention médicale pour réduire l'absorption de dose dans certaines situations. L'action à entreprendre dépendra des radioéléments impliqués, de l'ampleur de la dose équivalente engagée aux organes correspondants et de l'efficacité de la mesure protectrice et du risque associé. L'action ne devrait être mise en œuvre que lorsque la réduction de dose l'emporte sur les effets secondaires. Des exemples de ces thérapies incluent l'accroissement du taux d'élimination des actinides de l'organisme par un traitement au DTPA (acide diéthylénatriamine pentaacétique), une diurèse forcée après une absorption de tritium et l'excision chirurgicale des plaies contaminées.

7.20. Les investigations détaillées des accidents, leurs circonstances et conséquences devraient faire intervenir des spécialistes de différents domaines, particulièrement le médecin et le spécialiste en radioprotection. Il devrait exister une liaison permanente entre ces spécialistes afin de garantir que toutes les actions entreprises pour prodiguer un traitement médical sont convenablement coordonnées. Lorsqu'il existe des raisons de penser que les doses reçues sont proches ou dépassent les seuils d'effets déterministes, l'investigation devrait déterminer aussi précisément que possible les doses absorbées et leur répartition dans l'organisme et devrait inclure les examens médicaux appropriés des travailleurs concernés.

RÉFÉRENCES

- [1] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources, Safety Series n° 120, IAEA, Vienna (1996).
- [2] AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, ORGANISATION INTERNATIONALE DU TRAVAIL, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, ORGANISATION PANAMÉRICAINE DE LA SANTÉ, Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements, collection Sécurité n°115, AIEA, Vienne (1997).
- [3] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL, Évaluation de l'exposition professionnelle due aux sources externes de rayonnements, collection Normes de sûreté n° RS-G-1.3, AIEA, Vienne (en préparation).
- [4] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL, Évaluation de l'exposition professionnelle due à l'incorporation de radioéléments, collection Normes de sûreté n° RS-G-1.2, AIEA, Vienne (en préparation).
- [5] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, General Principles for the Radiation Protection of Workers, Publication n° 75, Pergamon Press, Oxford and New York (1997).
- [6] COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE, Recommandations 1990 de la Commission internationale de protection radiologique, Publication n° 60, Pergamon Press, Oxford et New York (1993).
- [7] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection Against External Radiation, Report of the Joint Task Group, ICRP Publication n° 74, ICRU Rep. n° 57, Pergamon Press, Oxford and New York (1997).
- [8] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry, Rep. n° 51, ICRU, Bethesda, MD (1993).
- [9] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Measurement of Dose Equivalents from External Photon and Electron Radiations, Rep. n° 47, ICRU, Bethesda, MD (1992).
- [10] BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL, Radioprotection des travailleurs (rayonnements ionisants), Code de pratique, BIT, Genève (1987).

- [11] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection Against Radon-222 at Home and at Work, Publication n° 65, Pergamon Press, Oxford and New York (1993).
- [12] UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION, Sources and Effects of Ionizing Radiation: 1993 Report to the General Assembly with Scientific Annexes, United Nations, New York (1993).
- [13] EURADOS, Exposure of Air Crew to Cosmic Radiation: A Report of EURADOS Working Group 11, Radiation Protection n° 85, European Commission, Luxembourg (1996).
- [14] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers, Publication n° 68, Pergamon Press, Oxford and New York (1994).
- [15] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Work Management in the Nuclear Power Industry: Un manuel préparé pour le NEA Committee on Radiation Protection and Public Health par le ISOE Expert Group on the Impact of Work Management on Occupational Exposure, OECD/NEA, Paris (1997).
- [16] OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, Considerations on the Concept of Dose Constraint: A Report by a Joint Group of Experts from the OECD Nuclear Energy Agency and the European Commission, OECD/NEA, Paris (1996).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Calibration of Radiation Protection Monitoring Instruments, Safety Reports Series n° 16, IAEA, Vienna (1999).
- [18] ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION, Normes pour le management de la qualité et l'assurance de la qualité, Partie 1: Lignes directrices pour leur sélection et utilisation, ISO 9000-1, Genève (1994).
- [19] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, L'assurance de la qualité pour la sûreté des centrales nucléaires et autres installations nucléaires, collection Sécurité n° 50-C/SG-Q, AIEA, Vienne (1999).
- [20] ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION, COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE, Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais, guide ISO/CEI 25, Genève (1999).
- [21] AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, Critères d'intervention en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique, collection Sécurité n° 109, AIEA, Vienne (1999).
- [22] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Health Surveillance of Persons Occupationally Exposed to Ionizing Radiation: Guidance for Occupational Physicians, Safety Reports Series n° 5, AIEA, Vienna (1998).
- [23] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries, Safety Reports Series n° 2, AIEA, Vienna (1998).
- [24] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Planning the Medical Response to Radiological Accidents, Safety Reports Series n° 4, AIEA, Vienna (1998).

PERSONNES AYANT COLLABORÉ À LA RÉDACTION ET À L'EXAMEN

Casimir, R.	Institut de protection et de sûreté nucléaire (France)
Collins, S.	Illinois Department of Nuclear Safety, and the Conference of Radiation Control Program Directors, Inc. (États-Unis)
Colson, M.	Électricité de France (France)
Crites, T.	Lawrence Livermore Laboratory (États-Unis)
Devine, I.R.	Association mondiale d'exploitants nucléaires, Londres
Foster, P.	Confédération internationale des syndicats libres, Bruxelles, et Institution of Professionals, Managers and Specialists, Royaume-Uni
Griffith, R.V.	Agence internationale de l'énergie atomique
Kraus, W.	Bundesamt für Strahlenschutz (Allemagne)
Liniecki, J.	Université de médecine de Łódź (Pologne)
Lochard, J.	Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire (France)
Massera, G.	Comisión Nacional de Energía Atómica (Argentine)
Momose, T.	Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation (Japon)
Niu, S.	Bureau International du Travail (Suisse)
Pushparaja	Centre de recherche atomique Bhabha (Inde)
Schieber, C.	Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire (France)
Shand, A.	GMB, Sellafield (Royaume-Uni)
Stather, J.	Conseil national de radioprotection (Royaume-Uni)
Utting, R.E.	Commission de contrôle de l'énergie atomique (Canada)
Wrixon, A.D.	Conseil national de radioprotection (Royaume-Uni)

ORGANES CONSULTATIFS POUR L'APPROBATION DES NORMES DE SÛRETÉ

Comité consultatif pour les normes de sûreté nucléaire

Afrique du Sud: Olivier, J.H.I.; *Allemagne*: Landfermann, H-H.; *Canada*: Measures, M.; *Chine*: Ziqiang, P.; *Espagne*: Butragueño, J.L.; *États-Unis*: Cool, D.A.; *Fédération de Russie*: Kutkov, V.A.; *France*: Pieckowski, J.; *Ghana*: Fletcher, J.J.; *Irlande*: Turvey, F.J.; *Japon*: Matsumoto, Y.; *Royaume-Uni*: Creswell, L. (Président); *Suisse*: Jeschki, W.; *Ukraine*: Rudy, C.G.; *Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire*: Lazo, E.; *AIEA*: Mason, C. (Coordonnateur); *Bureau international du Travail*: Niu, S.; *Commission européenne*: Fraser, G.; *Commission internationale de protection radiologique*: Valentin, J.; *Organisation mondiale de la santé*: Souchkevitch, G.; *Organisation panaméricaine de la santé*: Borrás, C.

Commission consultative pour les normes de sûreté

Allemagne: Hennenhöfer, G., Wendling, R.D.; *Argentine*: Beninson, D.; *Australie*: Lokan, K., Burns, P.; *Canada*: Bishop, A. (Président), Duncan, R.M.; *Chine*: Huang, Q., Zhao, C.; *Espagne*: Alonso, A., Trueba, P.; *États-Unis*: Travers, W.D., Callan, L.J., Taylor, J.M.; *France*: Lacoste, A.-C., Asty, M.; *Japon*: Sumita, K., Sato, K.; *République de Corée*: Lim, Y.K.; *Royaume-Uni*: Williams, L.G., Harbison, S.A.; *Slovaquie*: Lipár, M., Misák, J.; *Suède*: Holm, L.-E.; *Suisse*: Prêtre, S.; *Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire*: Frescura, G.; *AIEA*: Karbassioun, A. (Coordonnateur); *Commission internationale de protection radiologique*: Valentin, J.