

PRIORITES EN RADIOPROTECTION

*Propositions
pour une meilleure protection des personnes
contre les dangers des rayonnements ionisants*

**Rapport de la commission VROUSOS
remis à
André-Claude LACOSTE,
Directeur général de la sûreté nucléaire et de la radioprotection,
le 2 mars 2004**

SOMMAIRE

SYNTHESE DU RAPPORT	3
AVANT-PROPOS.....	6
INTRODUCTION.....	8
CHAPITRE I – Propositions d’actions pour améliorer la radioprotection et la surveillance des expositions aux rayonnements ionisants.....	11
I.1.La gestion des sources radioactives.....	11
I.1.1. Le contexte réglementaire	11
I.1.2. Les enjeux dans le domaine de la recherche.....	11
I.1.3. Les enjeux dans le domaine des applications médicales	14
I.1.4. Le cas particulier des sources mobiles.....	17
I.1.5. Les recommandations	18
I.1.6. Les priorités.....	19
I.2. L’exposition des travailleurs.....	20
I.2.1. Le contexte réglementaire	20
I.2.2. Les expositions professionnelles et les incidents en matière de radioprotection	20
I.2.3. Les enjeux.....	21
I.2.4. Les recommandations	22
I.2.5. Les priorités.....	27
I.3. L’exposition de la population	29
I.3.1. Le contexte réglementaire	29
I.3.2. Les expositions	29
I.3.3. Les enjeux.....	30
I.3.4. Les recommandations	37
I.3.5. Les priorités	38
CHAPITRE II – Propositions d’actions pour développer la radioprotection des patients	39
II.1 Le contexte réglementaire	39
II.2 Les enjeux et les spécificités	39
II.3 Les recommandations.....	41
II.4. Les priorités.....	43
CHAPITRE III - Recommandations pour un partage des connaissances en radioprotection.....	45
III.1. L’expertise en radioprotection	45
III.1.1. Le contexte	45
III.1.2. Les enjeux.....	46
III.1.3. Les recommandations	51
III.1.4. Les priorités	53
III.2. Les formations en radioprotection.....	54
III.2.1. Le contexte et les enjeux	54
III.2.2. La formation au cours de l’enseignement secondaire.....	55
III.2.3. La formation des professions médicales et paramédicales	55
III.2.4. La formation des professionnels de la radioprotection	57
III.2.5. La formation des journalistes	58

III.2.6	Les priorités	58
III.3.	Orientations pour une radioprotection vigilante et responsable	60
III.3.1.	La perception du risque et la confiance sociale	60
III.3.2.	L'expertise pluraliste	61
III.3.3.	Les recommandations	62
III.3.4.	Les priorités	63
CONCLUSION		64
RAPPEL DES PRIORITES		67
LISTE DES MEMBRES DU GROUPE « PRIORITES EN RADIOPROTECTION ».....		70
PERSONNALITES AUDITIONNEES PAR LE GROUPE « PRIORITES EN RADIOPROTECTION »		71
LISTES DES ACRONYMES.....		73
COMPTE RENDU DE LA VISITE DES MEMBRES DU GROUPE AU NRPB.....		75
COMPTE RENDU DE LA VISITE DES MEMBRES DU GROUPE AU SSI.....		78
LIMITES D'EXPOSITION ET NIVEAUX DE DOSE CONTENUES DANS LE CODE DE LA SANTE PUBLIQUE ET DANS LE CODE DU TRAVAIL.....		80

SYNTHESE DU RAPPORT

Les priorités nationales en radioprotection

Les instances nationales en charge du contrôle et de l'expertise en matière de protection contre les dangers des rayonnements ionisants ont été profondément remaniées en 2002, avec la création concomitante de la Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (DGSNR) et de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Dans le même temps, l'ensemble des textes législatifs et réglementaires a été entièrement remis à jour pour intégrer les dernières directives communautaires publiées en 1996 et en 1997. Pour porter véritablement ses fruits, cet effort de renouveau et de renforcement de la radioprotection devra dans les prochaines années être principalement dirigé vers les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants, notamment ceux qui travaillent en dehors de l'industrie nucléaire, mais aussi vers le public pour qui les rayonnements, qu'ils soient d'origine naturelle ou utilisés à des fins industrielles, médicales ou de recherche, paraissent toujours aussi méconnus et profondément mystérieux. Il reste ainsi à inventer, ou tout au moins à expérimenter, de nouveaux modes d'information et de concertation avec la population pour partager les connaissances et tenter d'instaurer un dialogue entre le citoyen et l'autorité en charge du contrôle, et permettre à chacun de se former son opinion, en particulier sur la question des risques liés à l'utilisation de l'énergie nucléaire.

Tel est le sens général des recommandations que le groupe « Priorités en radioprotection » présidé par le Professeur Constantin VROUSOS vient de remettre à Monsieur André-Claude LACOSTE, Directeur général de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, après 12 mois d'un travail collectif basé sur l'écoute de personnalités choisies pour leurs compétences, sur l'analyse d'expériences étrangères et sur la confrontation des points de vue, parfois divergents.

Ce rapport présente des priorités en terme d'action ainsi que des recommandation sur des sujets de fonds tels que la communication, l'information et la formation, mais aussi la recherche, la veille scientifique et l'expertise ou la responsabilisation des utilisateurs. Ces recommandations sont accompagnées de propositions d'actions à court terme portant sur des thèmes ciblés de la protection des travailleurs ou de la protection des patients, ou encore de la gestion des sources radioactives.

...des orientations sur des sujets de fond...

1. Ainsi, en s'appuyant sur le principe de précaution, le groupe « Priorités en radioprotection » recommande que le **débat d'expertise** actuel en matière de radioprotection soit centré sur la réduction des doses reçues par les personnes (le public, les patients et les travailleurs). Ce débat doit être réalisé dans tous les domaines, sans exclusive, partout où les expositions peuvent être maîtrisées. Il doit accompagner la mise en œuvre des principes de justification et d'optimisation, inscrits depuis peu dans la loi, dans laquelle doivent s'engager les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants, qu'ils soient industriels, médecins ou chercheurs, mais aussi les pouvoirs publics chargés notamment d'affecter les ressources en matière de santé publique.

2. En termes de méthode, face à une demande sociale de plus en plus exigeante, dans un contexte de doute sur la crédibilité du discours officiel, aussi bien celui des pouvoirs publics que des scientifiques, le groupe « Priorités en radioprotection » préconise, au moins à titre expérimental, de **nouvelles formes de concertation avec « les parties prenantes »** et de prise de décision, basées sur la transparence, la démocratie et le pluralisme de l'expertise. La gestion du risque radiologique pourrait être un exemple pour l'ensemble des activités industrielles à risque.

3. Ces nouvelles formes de concertation associant « les parties prenantes » doivent aussi viser la communication, en particulier celle des pouvoirs publics, l'information des citoyens sur le risque radiologique et sur le risque nucléaire et la **formation** des acteurs de la radioprotection. Une action forte doit également être entreprise pour que les programmes de l'enseignement secondaire intègrent les bases physiques et biologiques des effets des rayonnements ionisants, leurs diverses applications et la radioprotection dans le cadre d'une instruction civique à l'environnement et au développement durable.

De plus, constatant la faiblesse de l'impact de l'expertise française dans les instances internationales de radioprotection, a été soulignée l'urgence d'organiser les échanges entre les différentes unités engagées en France dans des travaux de recherche en relation avec la radioprotection. Cet échange devra permettre d'organiser une véritable veille scientifique, transparente et pluraliste, et d'éclairer experts et décideurs sur l'évolution des nouvelles données scientifiques, quitte à procéder périodiquement à une analyse critique de ces données.

4. S'inspirant de l'expérience britannique, le groupe « Priorités en radioprotection » recommande également le développement, à côté du renforcement programmé des moyens d'inspection, **d'activités de conseil auprès des utilisateurs**, sous forme de prestations ou d'outils pratiques de gestion, en insistant sur le rôle que le service public pourrait apporter dans ce domaine. Il invite les administrations en charge du contrôle de la radioprotection à regarder ce qui fonctionne déjà à l'étranger, notamment dans les pays de l'Union européenne, et à développer la concertation entre entités homologues. En matière d'inspection, le groupe attire l'attention du Directeur général de la sûreté nucléaire et de la radioprotection sur le secteur de la radiologie interventionnelle où des efforts doivent être entrepris pour réduire les expositions ; en préalable à l'inspection, une démarche d'information et de sensibilisation du corps médical concerné devra être entreprise.

5. Plus précisément, le groupe « Priorités en radioprotection » a pris connaissance des actions en cours engagées dernièrement par les pouvoirs publics, notamment de celles concernant la **mise en place d'un système centralisé des résultats de la surveillance de l'exposition des travailleurs** (SISERI) et d'un plan d'actions pour la surveillance des patients exposés aux rayonnements ionisants, l'élaboration d'un **plan national de gestion des déchets radioactifs** et la constitution du **réseau national de surveillance radiologique de l'environnement**. Il soutient, dans ses propositions, ces différentes initiatives en apportant des précisions sur les points indispensables à prendre en compte lors de leur mise en œuvre pratique.

6. La question de la gestion du risque lié au radon, qui fait toujours l'objet de controverses en France, a été également étudiée. Sur ce thème, le groupe « Priorités en radioprotection » estime qu'il est important de **poursuivre les recherches sur l'estimation du risque lié au radon** en population générale mais aussi de poursuivre, en parallèle, la réflexion sur l'établissement de normes de construction pour l'habitat neuf et sur la réduction des expositions dans les habitations présentant des concentrations élevées.

7. La France n'est toujours pas dotée d'une véritable stratégie de **gestion du risque pour faire face à une contamination importante du territoire** qui résulterait d'un accident nucléaire ou d'un

acte de malveillance entraînant une exposition durable de la population. Les experts se sont étonnés de l'absence de tout programme officiel pour définir une stratégie de gestion sociale et économique des territoires éventuellement contaminés, en milieu urbain ou agricole, qui prendrait en compte le suivi sanitaire des populations, le suivi radiologique de l'environnement et des denrées alimentaires, et le développement d'une culture radiologique pratique au sein de la population. .

...des actions à court terme...

Au-delà de ces recommandations sur des sujets de fond, les experts ont identifié sept actions à réaliser immédiatement ou à engager **sans attendre** :

1. renforcer la qualité et le contrôle de la radioprotection des sources mobiles de haute activité, en particulier dans le domaine de la gammagraphie industrielle ;
2. programmer la reprise de l'historique des données dosimétriques dans le cadre de la mise en place du système centralisé des résultats de la surveillance de l'exposition des travailleurs (SISERI) ;
3. dans l'optique d'une harmonisation ultérieure à l'échelle européenne, donner un caractère opérationnel aux dispositions réglementaires existantes relatives à la gestion individuelle des expositions des travailleurs itinérants ;
4. engager une réflexion sur les métiers de la radioprotection en dehors des installations nucléaires de base (en particulier la personne compétente en radioprotection), en précisant la formation, les domaines de compétences et l'organisation des conditions d'intervention, quitte à faire évoluer la réglementation actuelle ;
5. mettre en place un dispositif d'information et de conseil (type n° vert) des médecins et des patientes confrontés à un problème d'exposition aux rayonnements ionisants au cours de la grossesse ;
6. rendre obligatoire, pour les installations nouvelles et existantes, un dispositif informant de la quantité de rayonnements émise lors d'une procédure de radiopédiatrie ;
7. vérifier la pertinence d'examen radiologiques demandés en particulier par les fédérations sportives, les assurances, voire les pouvoirs publics.

*

* *

Pour répondre à ces recommandations, le groupe «Priorités en radioprotection» invite les pouvoirs publics à planifier les actions nécessaires. Il suggère que périodiquement soit effectué un état d'avancement des travaux correspondants.

AVANT-PROPOS

Par lettre de mission en date du 23 décembre 2002, Monsieur André-Claude LACOSTE, Directeur Général de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection (DGSNR.), a chargé un groupe de travail, sous la Présidence du Professeur Constantin Vrousos, de mener une réflexion sur les « Priorités en Radioprotection » et de préparer des recommandations dans ce domaine.

Extrait de la lettre de mission du 23 décembre 2002 :

« En toute indépendance, sans exclusive, il vous appartiendra de sélectionner les champs prioritaires de la radioprotection pour lesquels des actions doivent être menées en prenant en compte à la fois leur dimension sanitaire et aussi leur appréhension par les différentes composantes de la société. Des recommandations en termes d'actions viendront utilement compléter ce panorama. Je serais très favorable à ce que votre groupe puisse prendre la mesure d'opinions les plus diverses, spécialisées ou non dans ce domaine, et notamment de celles provenant de courants extérieurs au monde de la radioprotection, au cours par exemple d'entretiens avec des élus, des médias et le milieu associatif. La prise en compte des priorités retenues dans d'autres pays européens me paraîtrait également pertinente. »

Le groupe « Priorités en radioprotection » s'est réuni pour la première fois le 6 février 2003. Au cours de 17 réunions, il a procédé à 36 auditions de personnalités extérieures invitées à exposer leur expérience dans les domaines de leur compétence. Quelques membres du groupe ont également visité les équipes du National Radiological Protection Board (NRPB) au Royaume-Uni et de l'autorité suédoise de radioprotection (SSI).

Pour mener sa réflexion, le groupe « Priorités en radioprotection » a procédé de la façon suivante :

- 1.- identification de tous les thèmes impliquant la mise en œuvre de la radioprotection, le groupe étant conscient que tous les aspects ne pouvaient pas être abordés, compte tenu du temps imparti ;
- 2.- sélection des thèmes en fonction de l'importance estimée par le groupe. Certains sujets faisant l'objet par ailleurs d'une réflexion dans le cadre d'autres structures n'ont pas été développés mais quelques recommandations ont néanmoins été proposées. C'est en particulier le cas des déchets (traités dans le cas du Plan national de gestion des déchets radioactifs, PNGDR), de la gestion des situations de crise ainsi que des conséquences en France de l'accident de Tchernobyl, étudiés par des groupes spécifiques ;
- 3.- audition de personnalités françaises et étrangères choisies pour leur compétence particulière ou faisant état d'une expérience significative ;
- 4.- désignation de deux ou trois rapporteurs par sujet chargés d'élaborer le texte du rapport avalisé par l'ensemble du groupe ;
- 5.- synthèses et comptes rendus (validés par les auditeurs et le groupe) pour toutes les séances.

Le rapport rédigé par le groupe comporte une introduction et 3 chapitres.

La première partie porte sur les thèmes de radioprotection « classiques », c'est-à-dire la protection des travailleurs et du public, qui fait l'objet d'un encadrement réglementaire depuis de nombreuses années. Ces thèmes font l'objet de la directive Euratom 96/29 fixant les normes de base relatives à la protection des travailleurs et de la population contre les dangers des rayonnements ionisants.

La deuxième partie traite d'un sujet de radioprotection nouveau, qui est celui de la protection des patients contre les dangers des rayonnements ionisants. Ce thème constitue l'objet de la directive 97/43 Euratom.

Pour chaque thème identifié dans ces deux chapitres, un tour d'horizon rapide sur **P'état des lieux** est présenté, en rappelant le contexte général et réglementaire, les enjeux et les problèmes spécifiques qui ont conduit le groupe à proposer ses recommandations.

Le chapitre III rassemble des recommandations destinées à améliorer le partage des connaissances dans le domaine de la radioprotection. Il est divisé en 3 parties (L'expertise en radioprotection, les formations en radioprotection et les orientations pour une radioprotection vigilante et responsable) et aborde des sujets qui ont semblé sensibles et pour lesquels une certaine carence a été perçue : la veille scientifique et l'expertise, la formation et la gestion sociale du risque radiologique.

Les comptes rendus *in extenso* des auditions de personnalités extérieures au groupe sont présentées dans une annexe au présent rapport.



Le groupe « Priorités en radioprotection » remercie toutes les personnalités qui ont bien voulu accepter d'être auditées et qui ont ainsi contribué très directement à l'élaboration des recommandations. Il regrette que certaines associations aient décliné son invitation et que des problèmes de calendrier ne lui aient pas permis d'organiser une rencontre avec les membres de la Direction des Relations du Travail (DRT).

Le groupe remercie également Mesdames Anne Pillon et Maria Morais ainsi que Messieurs Jean-Luc Godet et Vincent Delporte qui ont assuré le secrétariat du groupe avec beaucoup de compétence et d'efficacité. Ils n'ont pas ménagé leur peine pour que les travaux du groupe puissent être menés avec beaucoup de célérité et de convivialité. L'ambiance des discussions et la vigueur des débats, bien que parfois contradictoires, ont trouvé une expression consensuelle dans l'élaboration de ce rapport.

Le groupe « Priorités en radioprotection »

INTRODUCTION

Chacun d'entre nous est soumis quotidiennement à des expositions aux rayonnements ionisants : radioéléments naturels présents dans le corps humain, expositions liées à la présence de radioactivité dans l'environnement, expositions associées à des pratiques médicales et expositions liées à une activité professionnelle. La dose moyenne annuelle reçue par personne, du fait des expositions environnementales et médicales, est de l'ordre de 3,5 mSv. Ces chiffres recouvrent en fait une large plage de variation puisque, en fonction du lieu d'habitation, de l'état de santé des habitudes de vie (alimentation et loisirs), la part de la dose associée aux expositions environnementales et médicales de la population peut varier de 1 à plusieurs dizaines de mSv par an. Les expositions professionnelles sont de l'ordre en moyenne de 0,5 mSv par an et concernent environ 250 000 travailleurs dans les domaines de la recherche, de l'industrie et de la médecine. Elles peuvent varier considérablement, de 0 à plusieurs dizaines de mSv par an en fonction du type de métier (Voir graphique ci dessous).

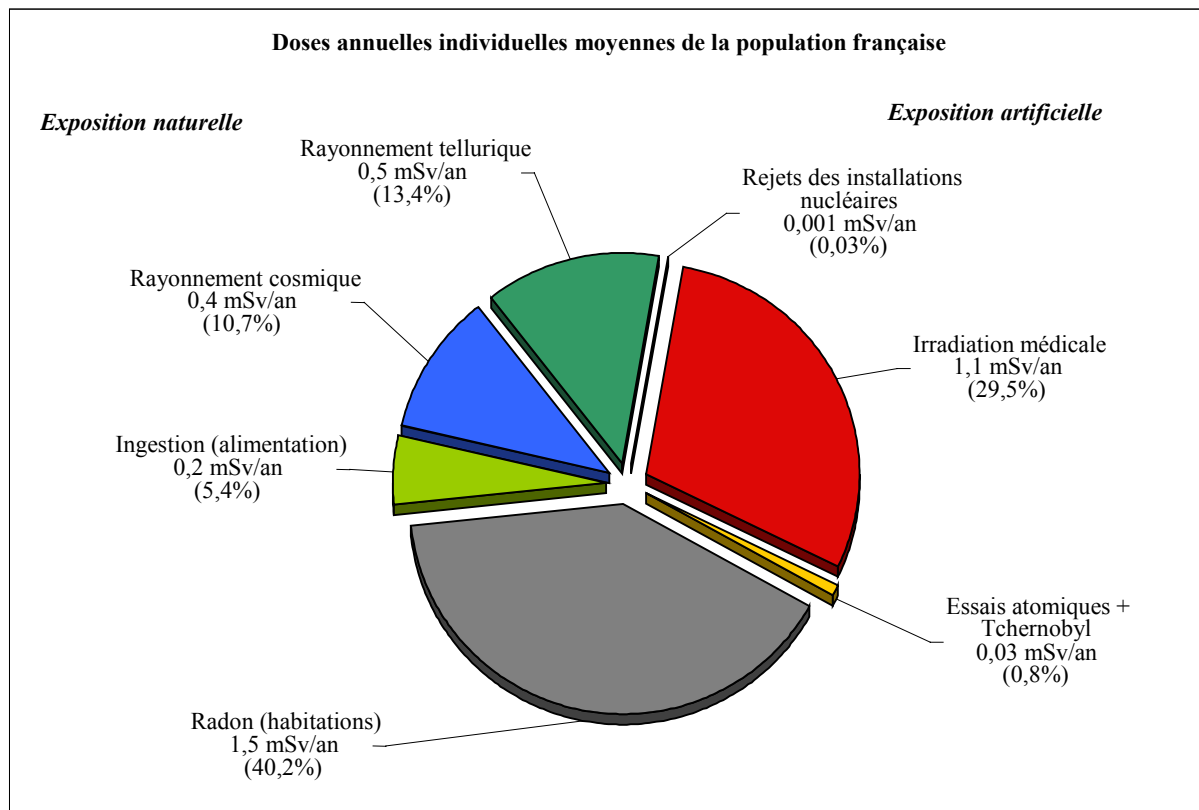


Diagramme réalisé par le groupe « Priorités en radioprotection »
(Source UNSCEAR adaptée à la France)

Les principales sources d'irradiation de la population en France sont le radon dans les habitations et les expositions médicales. Au-delà de ces expositions bien connues, la radioprotection prend également en compte celles qui résultent des rejets des installations et celles qui pourraient résulter d'un d'accident nucléaire ou d'actes de malveillance. Ces expositions potentielles ne sont pas quantifiables à l'avance, mais l'analyse des accidents survenus dans le passé montre qu'elles couvrent également un vaste éventail, pouvant aller jusqu'à des doses létales.

En matière d'action, il existe un large spectre de mesures sur les plans technique et organisationnel pour prévenir et contrôler la plupart de ces expositions. Bien qu'une réglementation couvre toutes les expositions contrôlables depuis une vingtaine d'années, la traduction dans le droit français des directives européennes est récente. Les principes fondamentaux énoncés dans ces directives s'inspirent directement des recommandations proposées par la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR). Sur le terrain, la formation des professionnels en charge de la radioprotection ainsi que la sensibilisation et l'information des travailleurs, des patients et du public sont des leviers puissants pour assurer une protection de qualité.

La France, comme tous les pays industrialisés qui ont largement contribué aux développements de la recherche en physique nucléaire et à ses applications dans le domaine médical jusqu'à la deuxième guerre mondiale, puis ensuite dans les domaines du nucléaire militaire et civil, a une longue tradition et une riche expérience dans le domaine de la radioprotection. La place importante du nucléaire en France, entourée d'une certaine opacité pendant de nombreuses années, n'a certainement pas facilité l'instauration d'un climat de confiance partagé entre les acteurs directement concernés et la société. Plusieurs controverses (le « nuage » de Tchernobyl, le transport du combustible nucléaire, la contamination du sol à Gif-sur-Yvette, les cas de leucémie dans le Nord-Cotentin...) ont mis en évidence, d'une part, l'absence de consensus dans notre pays parmi les scientifiques quant aux effets des faibles doses d'exposition et, d'autre part, une divergence souvent marquée entre les réponses apportées par les experts et le questionnement et les attentes de la population. La demande sociale en matière de qualité de la santé, de l'alimentation et de l'environnement, étayée par le principe de précaution et l'objectif du développement durable, structure progressivement l'action des pouvoirs publics.

Ces dernières années, une évolution des attitudes dans le monde de la radioprotection est toutefois perceptible, avec une volonté d'approche multidisciplinaire, une montée en puissance des sociétés professionnelles et de l'expertise pluraliste et une plus grande transparence de l'information. Cette évolution est largement favorisée par les changements institutionnels et réglementaires récents qui ouvrent des perspectives nouvelles en matière de gestion technique et sociale du risque radiologique. La mise en œuvre progressive des directives européennes de 1996 et 1997 relatives à la protection des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants, et la création sur le plan institutionnel en 2002 de la DGSNR et de l'IRSN, constituent en effet une opportunité et un cadre nouveau pour faire évoluer les pratiques et les mentalités en matière de radioprotection.

La DGSNR a été créée par le décret n° 2002-255 du 22 février 2002. Elle est chargée d'élaborer et de mettre en œuvre, sous le contrôle du ministre de la santé, la politique du Gouvernement dans le domaine de la radioprotection. Elle a notamment en charge l'élaboration de la réglementation en radioprotection à l'exception de celle concernant la protection des travailleurs, qui reste confiée à la Direction des relations du travail (DRT).

Pour l'exercice de ses missions d'inspection, elle fait appel aux divisions de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (DSNR) situées au sein des Directions régionales de l'industrie, de la recherche et de l'environnement (DRIRE) mais aussi aux Directions départementales et régionales des affaires sanitaires et sociales (DDASS et DRASS). Elle a également recours à l'expertise extérieure, notamment celle de l'IRSN, créé par le décret n° 2002-254 du 22 février 2002.

Dans un tel contexte, la définition de priorités pour la radioprotection en France implique la prise en compte des niveaux d'exposition des personnes et des moyens d'actions disponibles ou envisageables sur les plans réglementaire, technique et de l'organisation pour prévenir et contrôler de manière efficace les risques des rayonnements ionisants. Il est nécessaire également de considérer les évolutions en cours

sur les plans économique, social, éthique et politique qui sont susceptibles de modifier en profondeur les conditions de l'expertise et les modes d'implication des différents acteurs concernés.

CHAPITRE I – Propositions d’actions pour améliorer la radioprotection et la surveillance des expositions aux rayonnements ionisants

Ce chapitre traite de ce que l’on pourrait appeler la radioprotection « classique », c’est-à-dire la radioprotection qui depuis de nombreuses années fait l’objet de mesures réglementaires inscrites dans le code du travail et dans le code de la santé publique. Cette radioprotection classique concerne la gestion des sources radioactives et la protection des travailleurs et de la population contre les dangers des rayonnements ionisants. Elle est couverte au plan communautaire par la directive 96/29¹ Euratom, transposée en droit national par le décret n°2002/460 du 4 avril 2002².

I.1.La gestion des sources radioactives

I.1.1. Le contexte réglementaire

La réglementation en matière de gestion des sources radioactives a été entièrement mise à jour dans le cadre des travaux de transposition de la directive 96/29 Euratom. Elle est inscrite dans le code de la santé publique (chapitre 3, section 4 « Acquisition, distribution, importation, exportation, cession, reprise et élimination des sources radioactives »). Ces nouvelles règles, qui remplacent celles qui avaient été édictées par la Commission interministérielle des radioéléments artificiels (CIREA) aujourd’hui supprimée, sont destinées à assurer la protection des travailleurs mais aussi la protection de la population contre les dangers résultant par exemple d’une perte de source radioactive.

Hors industrie nucléaire, près de 5000 utilisateurs sont autorisés à détenir ou à mettre en œuvre des dizaines de milliers de sources radioactives constituées par des sources scellées ou non scellées. On distingue classiquement, par référence aux deux sections de l’ex-CIREA, le secteur médical (ex-1ère section) et le secteur recherche/industrie (ex-2ème section).

Si les activités détenues par chacun de ces utilisateurs sont sans commune mesure avec les activités détenues par un industriel du nucléaire, leur multiplicité et leur répartition sur tout le territoire national (y compris les TOM-DOM) mais aussi dans quelques pays étrangers soulignent la difficulté du contrôle. Dans ces secteurs hors industrie nucléaire, les problèmes qui se posent sont d’abord des problèmes de radioprotection, de protection de l’environnement mais aussi de gestion efficace des sources de rayonnements ionisants. Nous pouvons également ajouter que les actes de malveillance ne doivent pas être sous-estimés dès lors que la majorité de ces activités s’exercent en « milieu ouvert ».

S’ils présentent certains points communs, les pratiques et le contexte dans lequel sont mises en œuvre les sources de rayonnements ionisants sont propres à chacun des deux secteurs (médical et industrie/recherche). Ces spécificités justifient que l’on présente ici séparément ces deux domaines.

I.1.2. Les enjeux dans le domaine de la recherche

¹ Directive 96/29/euratom du Conseil du 13 mai 1996 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants

² Décret n° 2002-460 du 4 avril 2002 relatif à la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants

▪ Etat des lieux

Près de 200 fournisseurs sont susceptibles de fournir des sources ou des appareils, et 4 200 utilisateurs sont titulaires d'une autorisation. Au 31 décembre 2002, près de 26 000 sources scellées et 80 000 sources non scellées étaient détenues dans le monde industriel et de la recherche. La DGSNR (SD 8) a délivré 1 700 notifications d'autorisation en 2002.

Dans le domaine plus spécifique de la recherche, les sources non scellées sont mises en œuvre dans le cadre de pratiques variées de marquage moléculaire et d'emploi de radio-traceurs. Celles-ci impliquent principalement les radioéléments ^3H , ^{14}C , ^{35}S , ^{125}I , ^{32}P , ^{33}P , ^{22}Na , ^{45}Ca , ^{51}Cr , ainsi que des sels d'uranium ou de thorium. Quant aux sources scellées employées comme sources de tests, d'étalonnage, de mesures (densité, humidité, épaisseur...), dans des détecteurs (capture électronique...), incluses ou non dans un appareil ou dans un équipement, elles sont non seulement des outils pour la recherche mais également des instruments pour l'enseignement scientifique pratique. Les principaux radioéléments constituant ces sources scellées sont l' ^{241}Am , le ^{226}Ra , le ^{210}Po , le ^{60}Co , le ^{90}Sr , le ^{133}Ba , le ^{137}Cs , le ^{54}Mn , le ^{22}Na , le ^{204}Tl et le ^{63}Ni ...

▪ Quelques caractéristiques du milieu

La réforme du contrôle de la radioprotection survenue en 2002 et la mise en place du nouveau dispositif réglementaire, concernent directement le secteur de la recherche au même titre que les secteurs industriel et médical et l'industrie nucléaire.

De façon générale et de longue date, le secteur de la recherche connaît un retard prononcé en matière de mise en œuvre des règles d'hygiène et sécurité. Ce retard est encore plus marqué pour les établissements universitaires que pour les grands organismes de recherche. C'est dans ce contexte global que s'inscrit la gestion des sources de rayonnements ionisants. Pour autant, des efforts ont été entrepris vers la deuxième moitié des années 90, en particulier dans le domaine de l'organisation interne et de la mise en place des acteurs de la prévention. Ces structures peuvent bénéficier d'un contrôle interne ; aussi les premiers inspecteurs en matière d'hygiène et de sécurité viennent-ils d'être nommés au cours de l'été 2003 pour l'enseignement supérieur (cette fonction existe également dans des organismes de recherche tels que le CNRS, l'INSERM, l'INRA, l'IRD...).

Certaines spécificités caractérisent le milieu de la recherche et méritent d'être soulignées. Ainsi, sur le plan sociologique, la population de ce secteur est très hétérogène et en large renouvellement permanent. Dans un tel contexte, la prévention et en particulier la formation permanente sont déterminantes. Par ailleurs, sur le plan institutionnel, les laboratoires de recherches universitaires présentent fréquemment des imbrications très étroites avec un ou plusieurs grands organismes de recherche ou encore avec des structures hospitalières, voire des entreprises privées ou des collectivités territoriales.

- Sauf exceptions, il n'existe pas a priori de problèmes de « sûreté ». La situation dominante est d'abord celle d'une multitude de sources largement dispersées qui génèrent pour l'essentiel des problèmes de radioprotection ou de protection de l'environnement.
- A l'opposé du milieu industriel (avec des pratiques très codifiées) ou même du milieu médical (avec des pratiques de routine), c'est l'éclectisme qui caractérise la recherche universitaire avec des pratiques éclatées, novatrices, très irrégulières et une grande diversité de situations.
- Le secteur universitaire est largement incapable, en l'état actuel de sa situation, d'imiter le milieu industriel (qu'il soit nucléaire ou hors industrie nucléaire) dans son niveau de réactivité face à la mise en œuvre de décisions ou de programmes. C'est, au-delà de la lourdeur administrative du

système, une question de moyens financiers, de moyens humains, qui font largement défaut, mais aussi de choix dans la politique des établissements.

- L'inspection du travail n'ayant pas compétence au sein des établissements publics d'enseignement et de recherche, le milieu n'a pas vraiment la pratique du contrôle externe.
- Les établissements publics d'enseignement supérieur et de recherche, à l'inverse du secteur industriel, ne se placent pas dans une logique économique de compétition et de rentabilité.
- Pour une large part de ces établissements (Biologie, Médecine, Pharmacie, Chimie...), le risque radiologique ne peut être aisément dissocié des autres catégories de risques que sont les risques chimiques et les risques biologiques. Toutes ces classes de risques coexistent étroitement et méritent en fait une approche globale des « risques spécifiques », tout particulièrement en matière de prévention. (Ce point est traité plus particulièrement dans la partie relative aux travailleurs).
- Le retard de ce secteur et ses caractéristiques spécifiques sont des points qu'il convient tout particulièrement de souligner car, dans toute démarche de progrès, il est indispensable de bien appréhender la situation de départ.

- **Les difficultés actuelles sur le terrain et les pistes de réflexion**

Disparition de la Commission interministérielle des radioéléments artificiels (CIREA) – La disparition de la CIREA a créé un vide pratique : si les missions assurées par l'ex-Secrétariat permanent de la CIREA se retrouvent au sein de la DGSNR et de l'IRSN, celles qui étaient exercées par l'Assemblée plénière de cette commission ont aujourd'hui disparu. Mais la CIREA était aussi sans doute la seule institution connue (à des niveaux variés) des utilisateurs. La DGSNR (avec l'appui technique de l'IRSN) a repris les compétences régaliennes de la CIREA, mais il existe un problème de visibilité et de lisibilité de la nouvelle organisation institutionnelle du contrôle ainsi que du nouveau dispositif réglementaire qui se met en place avec quelques retard. .

La section Radioprotection du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF) a proposé la création d'une Commission permanente instituée par arrêté du ministre de la santé, qui aura pour mission d'élaborer et émettre des avis pour tout ce qui a trait à la gestion des sources de rayonnements ionisants (quelle que soit leur nature) en mettant la priorité sur les grands principes de radioprotection. Cette proposition mérite d'être soutenue.

Autorisation et exemption - Le tableau A tiré de la Directive 96/43 Euratom, repris en annexe du décret n° 2002-460 du 4 avril 2002, change fondamentalement les procédures d'autorisation du fait des nouvelles règles d'exemption qui y figurent. Quant aux procédures concernant les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), elles font toujours référence aux groupes de radiotoxicité aujourd'hui supprimés.

Il semble bien que l'on se trouve dans une situation réglementaire délicate où il y a maintenant inadéquation entre le code de l'environnement (procédures ICPE) et le code de la santé publique. Il conviendrait que les administrations concernées puissent élaborer prochainement un dispositif cohérent et que cette proposition soit issue d'une concertation avec tous les partenaires.

Rejets d'effluents - Jusqu'ici, en l'absence de dispositions réglementaires, une autorisation à caractère générique couvrait les rejets d'effluents susceptibles de contenir des radionucléides, conformément à l'avis du ministre de la santé du 6 juin 1970. En outre, les autorisations de sources non scellées délivrées

par la CIREA incluait des autorisations de rejets qui étaient fonction des limites annuelles d'incorporation (LAI) pour les effluents liquides et fonction du tiers des limites dérivées en concentration dans l'air (LDCA) pour les effluents gazeux. Aujourd'hui, il est demandé d'appliquer le « rejet zéro becquerel » pour les radioéléments de longue période en vertu de la circulaire DGS/DHOS n° 2001-323 du 9 juillet 2001.

Selon la DGSNR, si des écarts existent, ils doivent être justifiés par des études d'impact sanitaire. Les laboratoires sont par ailleurs responsables de la conduite de ces études.

- Il convient, à cet égard, de rappeler le manque de moyens humains et matériels, mais aussi le manque de compétences pour cet exercice. Au-delà, on peut s'interroger sur l'intérêt réel de multiplier à l'infini (vu le grand nombre de laboratoires concernés) cette démarche dès lors que, en matière de sources non scellées, la problématique des différents établissements est relativement proche : une faible fraction des radioéléments échappe à la filière destinée à l'enlèvement par l'ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) et se retrouve : d'une part, dans les rejets d'effluents liquides de faible activité volumique dirigés vers un réseau d'eaux usées ;
- d'autre part, dans des déchets de très faible activité présents dans des déchets solides de laboratoire (assimilés Déchets d'activité de soin) destinés à l'incinération.

L'exigence de mettre en place un plan de gestion des déchets radioactifs, préconisé par la circulaire du 9 juillet 2001, ne peut cependant être différée. Même s'il est encore incomplet et que des projets sont à venir, l'état actuel des rejets doit être décrit dans la plus grande transparence. Il est souhaitable que ce plan soit intégré dans un autre plan plus global sur l'ensemble de l'établissement, celui des déchets spéciaux. Dès lors que ce plan est suffisamment détaillé (et contrôlable), qu'il donne une évaluation des rejets effectués et qu'il décrit les exutoires, on peut s'interroger sur la pertinence d'exiger des utilisateurs une étude d'impact sanitaire. L'Autorité de contrôle, avec le concours en particulier de son appui technique l'IRSN, dispose de tous les moyens et de tous les outils (modèles) pour procéder à des études génériques en la matière.

La référence au « rejet zéro becquerel » ne doit pas avoir pour conséquence de générer des entorses à l'indispensable transparence sur ce sujet particulier. Si l'on conçoit que l'impact sanitaire sera sans doute totalement insignifiant, il reste néanmoins une préoccupation environnementale à prendre en compte. En ce sens, on pourrait substituer une autre référence à celle du « niveau zéro becquerel » (en fait inférieur à la limite de détection) à l'endroit où le premier individu du public serait susceptible d'être exposé. En remontant au terme source, on aurait ainsi une estimation du rejet « tolérable ».

Un second ensemble de questions ayant trait à la gestion et aux conditions de gestion des sources de rayonnements ionisants demande également à être approfondi, et ceci toujours dans une démarche de concertation :

- la traçabilité des sources scellées et non scellées ;
- l'application de la règle des 10 ans (délai légal de fin de vie des sources) ;
- l'éventualité d'une taxation partielle des déchets dès l'acquisition des sources ;
- les difficultés dans l'application de la réglementation sur les transports de classe 7 ;
- le renforcement des mesures de protection contre les actes de terrorisme et de malveillance ;
- la nécessité d'adapter les structures à la nature des risques.

I.1.3. Les enjeux dans le domaine des applications médicales

Dans le domaine des applications à finalités médicales, la mise en œuvre des sources à des fins thérapeutiques ou diagnostiques est encadrée par une réglementation dont l'application conditionne en particulier l'obtention de l'agrément nécessaire au remboursement des actes médicaux. Ces sources sont utilisées dans des locaux ouverts aux patients mais aussi au public, ce qui ajoute une difficulté supplémentaire dans l'application de la réglementation.

Les sources utilisées dans les applications médicales sont très diverses (photons X et gamma, électrons de haute énergie, particules bêta...). Les pratiques exercées et les problèmes rencontrés rejoignent parfois largement celles et ceux évoqués précédemment dans le domaine de la recherche.

Chargée des activités radiologiques et biomédicales, la sous-direction « Activité radiologiques et biomédicales » de la DGSNR suit un parc d'installations médicales important : 50 000 installations de radiologie, 600 scanners, 500 installations de radiothérapie, 300 accélérateurs de particules... Environ 180 autorisations ont été délivrées et 6 500 notifications d'agrément d'installations de radiologie médicale ou dentaire ont été transmises en préfecture en 2002.

La gestion de ces sources répond à une réglementation en place depuis de nombreuses années, et qui concerne aussi bien leur construction (marquage CE, conformité aux normes NF ou CEI) que leur implantation (norme NFC 15160 et suivantes pour les installations de rayons X) ou leur utilisation. Réglementairement, l'utilisation de ces sources est soumise, en application du code de la santé publique, soit à une procédure d'autorisation préalable (radiothérapie, médecine nucléaire, appareils de rayons X entrant dans la catégorie des matériels lourds tels que le scanner), soit à une déclaration dans le cas des appareils électriques générateurs de rayons X (autres que les matériels lourds, par exemple appareils de mammographie et de radiologie conventionnelle). Pour le matériel classé « équipement lourd », une autre autorisation est nécessaire au titre de la carte sanitaire. Enfin, notamment lorsqu'il existe un service de médecine nucléaire, une autorisation au titre des installations classées est le plus souvent requise.

En fonctionnement normal, le remplacement ou l'élimination des sources suit une procédure bien établie. Compte tenu de l'utilisation de sources non scellées, une réglementation spécifique s'applique à la gestion des déchets et effluents radioactifs. De plus, la circulation dans l'hôpital de patients « radioactifs » après examen ou traitement en médecine nucléaire, puis leur sortie de l'hôpital, nécessitent l'élaboration d'une réglementation propre à ce domaine.

Avant de proposer des pistes de réflexion ou des recommandations sur la gestion des sources à finalités médicales, chacun des domaines mérite d'être caractérisé en soulignant ses points forts et ses points faibles.

- **Radiothérapie**

Les problèmes de gestion de sources existent pour les appareils de cobalt 60 lors du changement de source ou du remplacement de l'installation. En pratique, les changements de source ont lieu à peu près tous les 4 ans et sont effectués par une société spécialisée. Cette procédure est bien établie et ne pose pas de problème particulier. Il convient cependant de souligner que la tendance actuelle, en France et dans les pays les plus développés, conduit à remplacer les appareils de cobalt par des accélérateurs. Il en résulte qu'il faut éliminer alors l'appareil de cobalt, dont le statif, et que certaines têtes d'irradiation contiennent de l'uranium 238 appauvri à des fins de protection. Un récent incident (juillet 2003) dans une fonderie des Ardennes montre que la procédure de récupération de ce matériau présente des faiblesses malgré la traçabilité mise en place par le système de déclaration ou d'autorisation du stock de matières nucléaires auprès du département de sécurité des matières radioactives de l'IRSN. Le remplacement d'un appareil de cobalt par un accélérateur dans le même local entraîne aussi des aménagements afin de renforcer la protection des locaux existants.

Il est utile et essentiel de rappeler que la conception des installations, et donc les dispositions actuelles des contrôles réglementaires, sont basées sur une limite déduite de la précédente limite annuelle d'exposition de 50 mSv et sur 2000 h de travail annuelles, soit 25 $\mu\text{Sv}/\text{h}$. Cette valeur doit être respectée vis-à-vis de toutes les parois concernées et en faisceau continu. La nouvelle limite annuelle de 20 mSv pose le problème du changement de la valeur horaire à respecter (10 $\mu\text{Sv}/\text{h}$?) et, éventuellement, de la mise à niveau des anciennes installations, à moins qu'une prise en compte plus réaliste de la durée d'émission du faisceau de rayonnements ionisants et de son orientation ne soit retenue, comme cela est effectivement le cas dans les pays anglo-saxons.

- **Curiethérapie**

La technique qui nécessite le plus de vigilance de la part des opérateurs est la curiethérapie bas débit de dose où une gestion rigoureuse des sources depuis leur livraison jusqu'à leur élimination est obligatoire. Pour les techniques de curiethérapie pulsée et haut débit de dose, la livraison et la reprise des sources sont assurées par le fournisseur.

Pour les sources utilisées en bas débit, la réglementation prévoit également, depuis 1990, une reprise par le fournisseur. Cette démarche est bien appliquée, d'autant plus que le coût de la reprise est intégré lors de l'achat de la source. Néanmoins, on peut trouver dans certains services des sources anciennement utilisées et de longue période, qui ne figurent dans aucun inventaire national, dont on ne connaît plus le fournisseur et pour lesquelles la procédure de récupération semble difficile à cerner en France. Cela concerne par exemple des sources de strontium 90, et même de radium, malgré la campagne de récupération organisée ces dernières années.

On trouve également dans ces applications des stockeurs de sources de césium 137 dont le cœur est composé d'uranium appauvri (pour les plus anciens), et qui donc font l'objet d'un suivi en tant que matières nucléaires.

A terme, le développement de la curiethérapie pulsée à l'iridium 192 ($T = 74$ jours) peut poser le problème de la continuité des applications à base de césium 137 ($T = 30$ ans) compte tenu de la dimension différente des incidents de radioprotection liés à ce radionucléide.

- **Radiologie**

Ces installations sont soumises à des contrôles de radioprotection à la mise en service puis périodiquement et seront soumises, dans le futur, à des contrôles de qualité interne et externe (décret n° 2001-1154 du 5 décembre 2001 et arrêté du 3 mars 2003).

Les recommandations dans ce domaine concernent en priorité la compétence, et donc la formation, des utilisateurs autres que les radiologues, tels que les cardiologues ou les chirurgiens.

- **Médecine nucléaire**

La médecine nucléaire se caractérise par l'utilisation de sources non scellées pour les applications cliniques et de sources scellées pour le contrôle et l'étalonnage de l'appareillage. On y retrouve, peut-être à une échelle différente car les activités stockées et manipulées sont plus importantes que dans les secteurs recherche et universitaire, certains des problèmes soulignés précédemment (§ I.1.2.).

L'arrêté du 30 octobre 1981 définit les conditions d'installation et d'aménagement d'un service de médecine nucléaire. Sa mise en œuvre prête à interprétation, d'autant plus qu'en 22 ans les applications

cliniques ont bien évolué (FDG, émetteurs bêta en thérapie ...). La récente expérience de certains utilisateurs fait apparaître une rigueur des contrôles, alors que ceux-ci ne sont pas toujours adaptés et justifiés au regard des pratiques du service. Depuis la réorganisation des autorités de contrôle, la gestion des sources scellées de contrôle des appareils comme sources industrielles ne facilite pas la conduite des dossiers.

La médecine nucléaire est la pratique qui génère le plus de déchets radioactifs, sous forme solide ou liquides, et ceci de façon quotidienne. Aussi, la gestion de ces déchets pose des problèmes spécifiques dépendant de l'état solide ou liquide du déchet, de la période du ou des radionucléides présent (courte – quelques heures, moyenne – quelques jours ou longue période – quelques semaines) et de la nature du déchet (déchets ordinaires ou à risques infectieux). La circulaire n° 2001/323 du 9 juillet 2001, relative à la gestion des effluents et des déchets d'activité de soins contaminés par les radionucléides, a défini les modalités techniques pour assurer la gestion de ces déchets dans les établissements de santé. Cette circulaire demande la mise en place d'un plan de gestion interne des déchets et effluents qui peut et doit être intégré à un plan global de gestion de tous les types de déchets. Il convient de souligner le "flou réglementaire" concernant la gestion des déchets à risques infectieux et radioactifs. En effet, tout déchet à risques infectieux doit être incinéré dans les 72 h ... sauf s'il est radioactif. Aucune disposition n'est prévue dans ce cas. De plus, certaines sources scellées d'étalonnage, de contrôle ou de repérage ne peuvent être éliminées en déchet ordinaire malgré des temps de stockage très longs (par exemple le cobalt 57 stocké sur plus de 15 périodes)

I.I.4 Le cas particulier des sources mobiles

En dehors du domaine de la recherche et du domaine médical, le groupe « Priorités en radioprotection » a tenu à souligner les risques importants liés à l'emploi de sources mobiles, en particulier dans le secteur de la gammagraphie industrielle, qui requièrent une vigilance accrue.

En France, plus de 200 utilisateurs sont autorisés à détenir et employer des sources de gammagraphie sous forme de sources scellées mobiles de haute activité. En regard des exigences imposées pour la mise en œuvre de simples sources scellées de faible activité qui ne quittent pas un local, l'encadrement de telles pratiques apparaît sous-estimé. A l'échelle internationale, où 10 000 sources de radiographie industrielles à l'iridium 192 sont ajoutées chaque année, le retour d'expérience indique clairement que ces pratiques contribuent fortement aux accidents d'irradiation (souvent graves) mais également aux pertes de sources.

La formation des intervenants, souvent isolés pour ces chantiers en perpétuel mouvement, demande à l'évidence à être renforcée mais aussi renouvelée régulièrement. Compte tenu du niveau de risque, elle ne peut se résumer à une simple exigence administrative. Comme pour les domaines traités précédemment, la réalisation de guides techniques à l'intention des intervenants dans ce secteur d'activité s'avère indispensable.

Le niveau de contrôle ne devrait pas être réduit en fonction de la durée de chantier ainsi qu'un texte en projet le laisserait prévoir (absence de déclaration de chantier lorsque la durée de celui-ci est inférieur à 1 mois). De fait, les chantiers de courte durée signifient une fréquence plus grande de mouvement des sources et, sans aucun doute, de façon corrélée, un risque accru.

A l'instar d'un avis en projet au sein du Conseil supérieur d'hygiène publique de France portant sur la traçabilité des sources, le groupe « Priorités en radioprotection » est également convaincu de la nécessité d'accroître le contrôle permanent de ces sources, trop souvent égarées ou volées. Un dispositif technique de traçabilité et de suivi continu du mouvement de ces sources doit pouvoir être imaginé sans

grande difficultés à l'image de ce que l'on est capable de faire dans d'autres secteurs à risques (i.e. les transports de fonds).

Enfin, sur ce point, et depuis le 11 septembre 2001, il ne serait pas responsable de sous-estimer le risque de malveillance.

I.1.5. Les recommandations

Sur ce thème, le groupe a auditionné les personnalités suivantes :

- **Jean-Pierre VIDAL**, DGSNR, Sous-direction des activités radiologiques et biomédicales ;
- **Hilaire MANSOUX**, Unité d'expertise des sources, IRSN ;
- **Patrice FRABOULET**, Personne compétente en radioprotection, centre hospitalier et universitaire de la Pitié-Salpêtrière, Paris ;
- **Pierre BARBEY**, Chargé de mission pour les risques spécifiques à l'université de Caen-Basse-Normandie ;
- **Jean-René CARMELLE**, Président de l'association « Ressources » ;
- **Vincent CARLIER**, Direction industrielle de l'ANDRA ;
- **Philippe BODENEZ**, Sous-direction Installation nucléaires de recherche, démantèlement, sites pollués et déchets radioactifs, DGSNR.

Sur la base de ces auditions, et après discussion, le groupe recommande les actions suivantes, qui sont listées selon un ordre arbitraire qui ne préjuge pas de leur importance ni de leur urgence :

- C'est dans le domaine industriel, et en particulier dans le domaine de la gammagraphie industrielle, que les incidents les plus fréquents sont rencontrés. Cela est dû à l'utilisation de sources mobiles, par exemple pour le contrôle des soudures, dans des conditions d'utilisation variables (chantier mobile) et par du personnel plus ou moins qualifié, souvent intérimaire. Il convient donc de renforcer la qualité et le contrôle de la radioprotection de ces sources mobiles.
- Dans la situation actuelle de la réglementation, il existe des dispositions répondant d'une part au code de l'environnement (procédure ICPE), et d'autre part au code de la santé publique. Cela déroute souvent les utilisateurs concernés qui doivent répondre à deux procédures différentes pour la même application (par exemple sources scellées pour le contrôle des appareils de tomographie à positons). Il conviendrait que les administrations, dont relèvent ces dispositions, élaborent prochainement un dispositif cohérent en ce qui concerne les régimes d'autorisation et de déclaration. Cela devrait conduire à revoir la nomenclature des ICPE (Installations classées pour la protection de l'environnement).
- La mise en place d'un plan de gestion des déchets radioactifs ne peut être différée. Même s'il est encore incomplet et que des projets sont à venir, l'état actuel doit être décrit dans la plus grande transparence. Dans le cas de petites structures, les évaluations d'impact sanitaire pourraient s'appuyer sur des études de référence. Dans un premier temps, l'inspection doit pouvoir exiger la traçabilité des matières, une estimation la plus fiable possible des rejets et une description précise des exutoires. Par la suite, les utilisateurs doivent pouvoir présenter leur démarche de progrès allant dans le sens de l'optimisation et d'une meilleure protection de l'environnement. Enfin, les établissements présentant un réel retard en ce domaine devraient s'engager à présenter un échéancier des évolutions à venir même si, notamment pour les investissements, celui-ci s'étale sur plusieurs années. Parallèlement, il est souhaitable que les débats en cours (au sein du PNGDR et dans d'autres structures) aboutissent à un projet cohérent de gestion des déchets radioactifs mixtes (tels que les déchets de laboratoires assimilés « déchets d'activité de soins »).

- Depuis juillet 2003, les conditions de gestion et d'élimination des déchets et effluents issus de l'emploi des sources non scellées, hors INB, sont soumises aux dispositions de la circulaire DGS/DHOS n° 2001-323 du 9 juillet 2001. Il conviendrait de redéfinir ces conditions, d'une part, pour évaluer plus précisément l'impact sanitaire des rejets et, d'autre part, pour identifier qualitativement et quantitativement ces déchets. Cela implique, respectivement, l'utilisation d'études d'impact génériques et l'implication de l'utilisateur par la déclaration systématique de la nature et du niveau des radioéléments rejetés.
- Quelle que soit la période du radionucléide, il n'est pas possible de rejeter en déchet ordinaire une source scellée. Il existe pourtant des situations où l'activité résiduelle est indétectable en raison d'un temps de stockage très long (supérieur à 10 périodes pour certaines sources de contrôle en médecine nucléaire par exemple). Il faudrait donc redéfinir les conditions (activité, période, radiotoxicité...) suivant lesquelles l'élimination directe et contrôlée de ces sources scellées, après décroissance, serait possible.
- Actuellement l'inventaire des sources radioactives scellées est assuré au moyen d'une base de données nationale, mais il n'est pas sûr que cette base intègre toutes les sources (en particulièrement les plus sources les plus anciennes n'y figurent pas). Il faudrait rendre **exhaustif** l'inventaire national de ces sources en exigeant une déclaration complète de la part de tous les détenteurs potentiels.
- Parmi les sources radioactives scellées figurant ou non à l'inventaire national, certaines, mises en service avant mars 1990, ne peuvent être éliminées en raison d'un financement non provisionné à l'achat et d'un coût de reprise actuellement trop élevé. Il faudrait organiser et financer, dans le cadre de la préparation du plan national de gestion des déchets radioactifs, une campagne de récupération et d'élimination de ces "vieilles" sources.
- Parmi les sources présentant le plus de problèmes de gestion et d'élimination en raison principalement de leur période (supérieur à 30 ans), figurent les sources scellées de césium 137 utilisées en curiethérapie. Compte tenu de l'évolution des techniques, il faut inciter les institutions et les utilisateurs à remplacer cette application par la curiethérapie à l'Iridium 192.

I.1.6. Les priorités

Des recommandations figurant au §I.1.5., le groupe « Priorités en radioprotection » retient les priorités suivantes :

- renforcer la qualité et le contrôle de la radioprotection dans le domaine des sources mobiles de haute activité, en particulier dans le domaine de la gammagraphie industrielle ;
- rendre exhaustif l'inventaire national des sources radioactives scellées ;
- organiser et financer, dans le cadre de la préparation du Plan National de Gestion des Déchets Radioactifs, l'élimination des sources radioactives scellées mises en service avant mars 1990 ;
- définir les conditions (activité, période, radiotoxicité...) suivant lesquelles l'élimination directe de sources scellées en déchet ordinaire, après décroissance, serait possible ;
- redéfinir les conditions de gestion et d'élimination des déchets et effluents issus de l'emploi des sources non scellées, hors INB.

I.2. L'exposition des travailleurs

I.2.1. Le contexte réglementaire

Depuis l'engagement des réflexions du groupe « Priorités en radioprotection », la France s'est dotée d'une nouvelle réglementation transposant la directive 96/29 Euratom au travers du décret n° 2003-296³ et accessoirement du décret n° 2003-295⁴.

De nombreux textes d'application sont en préparation ce qui limite intrinsèquement la portée et la précision des réflexions du groupe.

I.2.2 Les expositions professionnelles et les incidents en matière de radioprotection

Bilan dosimétrique national 2002 (Source : IRSN)

Secteur d'activité	Nombre de personnes surveillées	Répartition par intervalle de dose efficace (mSv)					Doses totales (H.Sv)
		< 1	1 - 6	6 - 20	20 - 50	> 50	
Radiologie	92 317	91 264	905	126	15	7	5,62
Radiothérapie	7 383	7 233	126	22	1	1	0,74
Médecine Nucléaire	3 679	3 404	253	19	3	0	1,06
Sources non scellées in vitro	2 812	2 804	8	0	0	0	0,05
Dentaire	24 606	24 515	77	10	3	1	0,56
Médecine du travail	4 768	4 752	14	0	0	2	0,14
Vétérinaires	4 098	4 079	16	1	2	0	0,13
Industrie non nucléaire	23 991	20581	2 126	1 248	35	1	20,68
Recherche	6 994	6 974	18	2	0	0	0,12
Divers hors INB	4 944	4 795	119	27	3	0	0,72
Centrales nucléaires (agents EDF)	10 071	16 684	2 974	413	0	0	11,25
Cycle du combustible (agents COGEMA)	5 824	5 569	165	90	0	0	1,24
Recherche et expertise (CEA, IPN, CERN)	13 166	13 023	141	2	0	0	1,81
Entreprises extérieures	38 348	33 572	3 405	1 366	3	2	23,1
TOTAL	253 001	239 249	10 347	3 326	65	14	67,22

Le tableau ci-dessus met en évidence un nombre très important de salariés dont la dosimétrie est inférieure à 1 mSv. Il montre aussi le poids relatif des différents types d'activités dont la contribution aux doses est la plus importante, même si ponctuellement certains résultats paraissent surprenants (dentaire et médecine du travail). Enfin, les effectifs retrouvés par tranche de dose seraient à comparer au nombre de travailleurs respectivement classés en catégories A et B.

Nature et répartition des incidents relatifs à la radioprotection 2002 (Source : IRSN)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Contamination interne	69	73	79	68	61	40
Exposition externe	11	16	26	49	43	51
Rejets gazeux ou liquides	49	49	62	69	51	13
Pertes ou vols de sources radioactives	14	18	31	33	16	18

³ Décret n° 2003-296 du 31 mars 2003 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants, J.O n° 78 du 2 avril 2003

⁴ Décret n° 2003-295 du 31 mars 2003 relatif aux interventions en situation d'urgence radiologique et en cas d'exposition durable et modifiant le code de la santé publique (deuxième partie : Décrets en Conseil d'Etat), J.O n° 78 du 2 avril 2003

Colis détériorés	6	7	9	12	13	12
Radioactivité à l'entrée de déchetteries	7	37	47	65	37	49
Ecart dans les procédures de radioprotection	2	1	5	6	36	80
Total	256	424	457	490	395	338

La répartition relative du volume d'incidents masque, en fait, une sous-déclaration très vraisemblable du secteur non-INB ; pour ce domaine, la perte de sources, les gestes professionnels très inadaptés, les déclenchements d'alarmes de portique en déchetteries constituent l'origine la plus fréquente des incidents.

I.2.3. Les enjeux

D'une façon générale, la réglementation insiste surtout sur les responsabilités des différents acteurs, alors qu'au-delà de celles-ci les préoccupations des professionnels portent essentiellement sur les modalités pratiques pour les assumer ainsi que sur la qualité, la disponibilité et la circulation des informations. Globalement, on ne peut que regretter que l'accent n'ait pas été mis de façon plus importante sur l'application du principe d'optimisation et sur la responsabilisation des travailleurs eux-mêmes, base indispensable au développement en profondeur d'une culture de radioprotection.

La réglementation repose dorénavant sur un texte ambitieux et unique, garant de la qualité, de l'équité et de la cohérence des pratiques, des mesures de prévention et de contrôle. Cependant, ce caractère universel risque d'en rendre l'application malaisée du fait des différentes situations rencontrées, en particulier de la taille des structures impliquées.

Ceci est particulièrement vrai pour :

- le secteur de la recherche, caractérisé par des activités très diverses et évolutives, des personnels de statuts variés et mobiles, l'imbrication d'autres risques (chimiques, biologiques), l'absence pour ce qui est du secteur public de logique économique, des problèmes de moyens humains et financiers, et sans doute un manque de culture du contrôle ;
- le secteur médical et apparenté, qui s'étend du praticien isolé (dentiste, vétérinaire) au grand CHU en passant par les cabinets de radiologie « en ville ». Il a de plus pour originalité de devoir appliquer concomitamment les dispositions relatives aux travailleurs mais aussi aux patients. Lui aussi doit gérer assez souvent le double risque lié aux rayonnements et aux agents biologiques. Il est à noter que, dans ce secteur, le domaine de la radiologie « interventionnelle » (chirurgie, cathétérismes sous contrôle radioscopique) est susceptible de générer des expositions très importantes en particulier des mains ;
- le secteur industriel hors INB, souvent composé de PME-PMI pour lesquelles l'usage des rayonnements n'est pas toujours le cœur de l'activité et dans lesquelles la culture de radioprotection semble n'avoir encore que peu pénétré.

D'ailleurs, même s'il reste des marges de progrès du côté des INB, la typologie des doses enregistrées ainsi que des incidents indique que l'attention semble devoir être portée sur les activités de sous-traitance et celles menées hors INB.

Enfin, la question se pose de la précision de la connaissance des effets de l'exposition professionnelle et en conséquence de l'impact de celle-ci, en particulier au plan social, au regard des modalités de gestion des maladies professionnelles et des accidents de travail.

I.2.4. Les recommandations

Sur ce thème, le groupe a auditionné les personnes suivantes :

- **Dr. Ellen DOSSIER**, médecin du travail, CNRS ;
- **Dr. Nadine HELFER**, médecin du travail BTP, membre de l'Association des Médecins du Travail des Salariés du Nucléaire ;
- **Mme Marie-Thérèse GUILHEM**, physicienne médicale au service de médecine nucléaire de l'Hôpital d'Orléans, représentante de la Société française de physique médicale ;
- **Mme Hélène AGET**, physicienne médicale au CHU de Tours – Personne compétente en radioprotection, représentante de la Société française de physique médicale ;
- **M. Anthony DELAMOTTE**, ingénieur sécurité et PCR au GIP Cyceron ;
- **M. Philippe BERARD**, expert senior en radiotoxicologie, CEA Saclay ;
- **M. Jean-Philippe BOURION**, service de radioprotection, CEA Saclay ;
- **Dr. Yves GARCIER**, directeur délégué à la radioprotection au sein de la division production nucléaire, EDF ;
- **M. Jean-Jacques RADECKI**, chargé de mission radioprotection, Groupe COGEMA ;
- **M. Yann BEVIN**, radioprotectionniste, membre du CHSCT, CEA Cadarache ;
- **M. Roland MASSE**, président de la commission maladies professionnelles du conseil supérieur de prévention des risques professionnels ;
- **Dr. Marie-Christine SOULA**, médecin Inspecteur Régional du travail et de la main d'œuvre d'île de France ;
- **M. Alain BIAU**, Direction de l'évaluation scientifique et technique et de la qualité, IRSN ;
- **M. Alain RANNOU**, Service d'études et d'expertise en radioprotection, IRSN.

Sur la base de ces auditions et des débats du groupe, le groupe « Priorités en radioprotection » propose les recommandations qui suivent. L'ordre est arbitraire et, du fait du caractère transverse d'un certain nombre de préoccupations (et donc des recommandations qui en découlent), certains aspects abordés ci-après se retrouvent évoqués pour des contextes spécifiques dans d'autres chapitres du présent rapport.

☞ Suivi dosimétrique et gestion de l'information

- **Bilans et retour d'expérience**

Les bilans dosimétriques apparaissent comme un des outils importants de pilotage d'une politique de radioprotection. Il en va de même de la compilation des retours d'expérience des incidents ou accidents. Il paraît donc très souhaitable que ceux-ci soient établis de manière à identifier les points d'intérêt en particulier avec une typologie d'activités professionnelles suffisamment fine.

Par exemple, dans une rubrique « transports », il conviendrait d'identifier ceux relatifs aux radiopharmaceutiques d'un côté et aux sources industrielles de l'autre.

- **Gestion dosimétrique**

Devant les difficultés rencontrées pour compiler et tenir à jour les historiques dosimétriques individuels, le système SISERI⁵ destiné à centraliser les résultats de la dosimétrie passive et de la dosimétrie opérationnelle est attendu par tous avec impatience. Il est donc impératif que ce système soit opérationnel aux échéances annoncées et que tout soit mis en œuvre pour que la reprise de l'existant (historique des doses individuelles) soit rapidement effective. Des règles de gestion précises devront accompagner cette mise en place : gestion des écarts dosimétrie active versus passive, gestion des doses manquantes, niveau d'activité à partir duquel une dose interne doit être calculée, etc.

Certains membres du groupe « Priorités en radioprotection » regrettent que les règles de confidentialité des résultats nominatifs restent réglementairement aussi strictes et limitent ainsi l'accès au retour d'expérience.

On notera au passage qu'une pratique « historique » comme l'engagement d'une dose interne rapporté à l'année calendaire paraît un peu irréaliste pour des radioéléments à période effective longue, alors qu'un outil comme SISERI permettrait de gérer les vrais incréments de dose à venir.

- **Suivi individuel**

Manifestement, le suivi des salariés « itinérants » continue de poser problème. Pour une partie d'entre eux, les conditions de vie et de travail sont en elles-mêmes vraisemblablement de nature pathogène et mériteraient une plus grande attention. De plus, certaines catégories de ces travailleurs subissent des expositions professionnelles multiples. Enfin, cette question concerne non seulement les entreprises contractantes des industriels exploitants nucléaires mais aussi leurs propres salariés, ainsi que ceux des organismes de recherche appelés à travailler dans des laboratoires étrangers.

Il apparaît de plus en plus nécessaire, en matière de suivi post-exposition, post-professionnel ou de dépistage et de suivi de pathologies professionnelles, de disposer d'un historique des expositions professionnelles individuelles pour lesquelles sont établies des fiches d'exposition pour les rayonnements ionisants, les cancérigènes- mutagènes- toxiques pour la reproduction et les produits chimiques dangereux. Pour répondre à ces besoins dans le domaine des rayonnements ionisants, un projet de carte à mémoire lancé en 2002 n'avait pas abouti.

Le groupe « Priorités en radioprotection » recommande que la question des conditions de vie et de travail des travailleurs « itinérants » soit sérieusement prise en compte.

Il lui paraît, par ailleurs, indispensable de relancer la réflexion sur un support d'information complémentaire du fichier national de dosimétrie, avec si possible une vision à l'échelle européenne.

☞ **Mise en œuvre pratique des dispositions réglementaires**

- **Zonage et catégorisation**

Le retour d'expérience en matière de pratique de zonage montre le côté souvent impraticable d'une approche strictement « mur à mur », ainsi que l'inadéquation de critères dosimétriques pris a priori de façon « largement enveloppante ».

Dans les laboratoires de recherche, il faudrait sans aucun doute tenir compte de la variabilité des activités et mieux prendre en compte les types de radionucléides manipulés ainsi que les activités mises en œuvre.

En milieu médical, contrairement aux pratiques généralement constatées, il conviendrait de s'appuyer sur les niveaux réels d'exposition dans les conditions normales de travail, ce d'autant plus que, hors

⁵ La maîtrise d'ouvrage du projet SISERI est assurée par la direction des relations du travail ; la maîtrise d'œuvre en est confiée à l'IRSN.

médecine nucléaire et curiethérapie, la majorité des sources d'exposition ne sont pas actives en permanence.

De la même manière, la catégorisation des personnels n'est pas sans poser de problèmes, d'autant que la relation entre zone et catégories n'est pas toujours claire. La « surcotation », souvent constatée au vu des résultats dosimétriques, apporte une fausse assurance et rend peu visibles les réelles difficultés à traiter.

Le groupe recommande donc que le zonage et la catégorisation du personnel soient conduits sur la base d'études de poste réalistes, et en particulier que soit traitée la question des entrées ponctuelles en zone réglementée. Tout ceci devrait faire l'objet de recueils de bonnes pratiques ou de recommandations adaptés aux différents secteurs d'activité : nucléaire industriel en INB et hors INB, transports, secteur médical, recherche.

- **Dosimétrie**

Il apparaît clairement que le dosimètre idéal et unique n'existe pas. Par ailleurs, la terminologie employée comporte des ambiguïtés sémantiques, dans la mesure où « passive » fait référence à une technologie de mesure différée alors qu'« opérationnelle » fait référence à un objectif d'optimisation, avant de signifier mesure « en temps réel ». A contrario des dosimétries considérées comme « complémentaires » sont pourtant essentielles dans certaines circonstances d'exposition et ne devraient pas être sous-employées. Ceci est particulièrement vrai à certaines étapes du cycle du combustible, dans certains laboratoires de recherche et dans certaines activités médicales comme la radiologie interventionnelle.

Dans ces conditions, le groupe « Priorités en radioprotection » recommande de moduler l'application des dispositions réglementaires de façon que les moyens dosimétriques mis en œuvre soient avant tout en adéquation avec le type d'exposition concerné et le double objectif de suivi individuel et d'optimisation des opérations.

De la même manière, les contrôles prévus à l'article R. 321-84 du code du travail et leurs modalités devraient être adaptés aux différents types d'activité. Par exemple, en termes de périodicité, il serait souhaitable de tenir compte du rythme réel d'activités discontinues ou variables.

Là encore, des recueils de bonnes pratiques ou des recommandations adaptés aux différents types d'activités seraient utiles.

- **Personne compétente en radioprotection (PCR)**

La question de la situation et des missions de la personne compétente mériterait quelques éclaircissements sur un plan pratique, en particulier en ce qui concerne les modalités d'application des dispositions réglementaires relatives à la PCR dans les petites structures. Ceci est d'autant plus vrai que la relation entre les concepts de personne compétente au sens de la réglementation française et d'expert qualifié au sens de la directive européenne n'est pas explicite, aussi bien en termes de niveau de formation que de situation professionnelle.

Il paraît en effet impératif que, dans les faits, la mise en place de la PCR ne soit pas considérée comme une simple formalité mais s'accompagne d'un véritable statut et d'un engagement opérationnel (lettre de mission par exemple) ainsi que de la mise à disposition de moyens adaptés à ses missions. La PCR, en particulier dans le cas de missions centrales à l'établissement, doit disposer d'un niveau de formation académique indispensable non seulement à l'exercice de ses compétences mais également à l'affirmation

de son autorité. L'évaluation régulière de son activité mais aussi de ses connaissances actualisées s'avère nécessaire.

Lorsque les PCR seront regroupées dans un « service compétent », il conviendra de veiller à leur positionnement par rapport à d'autres structures (ingénieur de sécurité, médecin du travail). A ce propos, il convient de noter que, dans le secteur de la recherche ou le secteur médical, la distinction stricte vis-à-vis des services de « production » n'aura souvent formellement pas de sens.

Il ne paraît en tout cas pas possible pour les petites structures de répondre de façon réaliste à l'ensemble des obligations réglementaires. Il paraît en effet impossible en pratique d'appliquer l'obligation de présence d'une PCR réellement opérationnelle et techniquement compétente au niveau d'un praticien médical isolé ou d'un travailleur non salarié, voire d'une toute petite PME ou d'un cabinet de radiologie. En termes d'organisation, lorsque la dimension de l'établissement le permet, les PCR pourraient être organisées en un réseau rattaché au « service compétent ». Ce service opérationnel devrait être placé sous la direction de personnes qualifiées en radioprotection (experts qualifiés). Si la collaboration doit être étroite avec le service hygiène et sécurité et la médecine de prévention, il n'est pas recommandé que l'ingénieur hygiène et sécurité (dont la mission est plus globale et consiste avant tout en une mission de conseil auprès du chef d'établissement) assume la direction de tels services opérationnels.

Dans ces conditions, le groupe recommande d'étudier, pour être réellement efficace, des alternatives comme le recours à un prestataire extérieur en s'inspirant par exemple des dispositions du décret n°2003-546⁶ relatif aux « intervenants en prévention des risques professionnels » ou en organisant une mutualisation des prestations entre entités d'une branche d'activité et/ou d'un secteur géographique donné. Dans ces conditions, il pourrait être envisagé que celles-ci disposent toutefois parmi leur personnel d'un « correspondant » ou « référent » de la PCR formé à un niveau suffisant.

Il reste aussi, au-delà du contenu de l'arrêté du 29 décembre 2003 relatif à la formation de la personne compétente en radioprotection, à déterminer le niveau de formation de la PCR au regard des filières d'enseignement déjà existantes ; plus largement, il conviendrait de clarifier la situation des différents métiers de la radioprotection, en particulier dans le cas de la mise en place de services compétents en radioprotection, ainsi que dans le domaine médical par rapport aux compétences relatives à la radioprotection des patients. Sur ce dernier point, il serait utile d'identifier les modes communs entre les différentes filières de façon à optimiser l'organisation des formations.

On notera que la question se pose aussi du recours à un conseil technique en dehors des entreprises, en particulier dans le cas de PCR « isolées », sans que soit très perceptible à ce jour le rôle de l'IRSN ou celui d'un secteur marchand éventuel, ce qui poserait d'ailleurs pour ce dernier la question de la qualification de ces compétences. On pourrait utilement s'inspirer des expériences étrangères dans ce domaine.

- **Etudes de poste**

Les études de poste sont nécessaires à la définition du zonage et de la catégorisation des travailleurs ainsi qu'à l'établissement des fiches d'exposition. L'expérience montre que d'une part les aspects organisationnels et ceux liés aux conditions de travail ne sont pas neutres et que, d'autre part, les actions de prévention peuvent être difficiles à mettre en œuvre en présence de risques associés, chimiques ou biologiques.

⁶ Décret n° 2003-546 du 24 juin 2003 pris pour l'application de l'article L. 241-2 du code du travail et modifiant le code du travail, J.O n° 146 du 26 juin 2003

Un bon exemple est celui de la radiologie interventionnelle où se posent à la fois la question du geste technique approprié et de la qualité des mesures dosimétriques.

Un effort dans ce domaine paraît indispensable et des guides méthodologiques ciblés sur les différents secteurs d'activités seraient bien venus. La radiologie interventionnelle devrait faire l'objet d'une attention toute particulière.

- **Formation du personnel**

Manifestement, cette question s'inscrit dans un continuum qui débute avec l'information du public et la formation scolaire. Au-delà de la formation technique des opérateurs classés en catégorie A et B, se pose la question de la culture de radioprotection qui passe par l'appropriation des problèmes rencontrés sur le terrain par les salariés, ainsi que celle de la formation minimale du personnel non exposé mais travaillant au voisinage d'installations mettant en œuvre une activité nucléaire .

- **Rôles des différents acteurs**

En cas de co-activité, bien que l'article R. 231-74-II du code du travail définit les responsabilités respectives du responsable d'une entreprise « utilisatrice » et de celui d'une entreprise « extérieure », la mise en pratique nécessiterait quelques éclaircissements. Par exemple, dans le cadre de l'optimisation et de la mise en place de contraintes de dose, la relation entre la maîtrise de la source et la gestion des différents personnels n'est pas claire.

Le groupe suggère que les textes d'application lèvent les ambiguïtés dans ce domaine, en particulier dans le cadre de l'application du principe d'optimisation.

Les délégués du personnel et les membres des CHSCT regrettent un manque d'information et de maîtrise des aspects techniques.

Il conviendrait que ces personnes bénéficient d'une formation spécifique suffisante pour maîtriser les informations qui leur sont dues. Leur investissement réel pourrait participer à l'élaboration de la culture de radioprotection.

- **Maladies professionnelles**

Le système français de réparation des maladies professionnelles est bâti sur un compromis social et non sur des bases purement scientifiques. Il lui est reproché une réparation des préjudices qui n'est pas intégrale. Il n'a pas fait la preuve de son utilité dans le domaine de la prévention. Le développement des affections malignes, passé un certain âge, devrait, dans le futur, finir par induire de nombreux contentieux sur la base de la présomption d'imputabilité sans pourtant accroître l'équité du dispositif. Dans le cadre des rayonnements ionisants, conserver les résultats dosimétriques pendant des années ou établir des relations doses/ effets perd un peu de son sens si au final ces données sont ignorées.

Bien que les représentants des salariés y soient a priori hostiles, le groupe « Priorités en radioprotection » suggère que dans le cadre d'une négociation sur l'évolution du tableau 6 des maladies professionnelles et d'une façon plus générale des modalités de réparations, une part de données objectives, sous la forme de l'estimation d'une probabilité de relation causale et de part de risque attribuable, soit introduite quitte à ce que les incertitudes scientifiques ou techniques profitent au déclarant.

- **Accidents de travail**

De façon récurrente se pose la question de la déclaration des surexpositions et des incidents de contamination en accidents du travail.

Sauf lésion clinique manifeste, qu'elle soit d'ordre physique ou psychologique, il ne paraît pas nécessaire de déclarer en accident du travail des surexpositions ou des incidents de contamination déclarés par d'autres voies et qui feront éventuellement l'objet ultérieurement d'une procédure de maladie professionnelle. Cette question rejoint cependant la problématique générale de la traçabilité des doses et des expositions.

☞ **Aspects scientifiques et techniques**

- **Dosimétrie**

Qu'il s'agisse d'exposition externe ou interne, il ressort des auditions que les techniques dosimétriques, malgré les progrès enregistrés, ont leurs limites, que ce soit au niveau des incertitudes associées aux mesures ou de la représentativité de l'exposition. Ceci conduit à encourager la poursuite des recherches dans le domaine dosimétrique mais aussi à suggérer de donner la priorité à l'optimisation plutôt qu'au seul respect de valeurs limites sur la base de données numériques à la précision relative.

- **Epidémiologie**

Après plusieurs études présentant un effectif plus restreint, les résultats de l'étude internationale menée par le CIRC devraient être prochainement publiés. Il s'agit d'une étude rétrospective de mortalité qui porte sur une cohorte de plusieurs centaines de milliers d'individus, de l'industrie nucléaire pour l'essentiel. L'analyse prend essentiellement en compte l'exposition externe aux rayons X et gamma.

L'épidémiologie des mineurs d'uranium est, quant à elle, dorénavant bien établie.

Les questions qui se posent sont donc les suivantes :

- A la suite de l'enquête du CIRC, d'autres études du même type seront-elles justifiées ? Des études à l'effectif plus restreint, à un niveau national par exemple, sont-elles pertinentes ?
- Ne faut-il pas intégrer plus précisément le risque de contamination et/ou certains types de rayonnements comme les neutrons ?
- Des études de morbidité ne seraient-elles pas plus appropriées ?
- Ne convient-il pas d'étudier les expositions « mixtes », rayonnements ionisants et amiante par exemple ?

Le groupe n'ayant pas eu l'opportunité d'auditer des spécialistes sur ce domaine précis, mais dans la mesure où le système SISERI apportera des facilités techniques, il lui paraît souhaitable qu'en cette matière les actions soient engagées de façon concertée, préparée avec des objectifs clairs, et non pas du fait d'opportunités ou dans le cadre d'urgences sociétales.

I.2.5 Les priorités

Parmi les recommandations énoncées au §I.2.4., le groupe « Priorités en radioprotection » retient les priorités suivantes :

- rédiger rapidement, en concertation avec les parties prenantes, des guides pratiques d'application de la nouvelle réglementation relative à la radioprotection des travailleurs (acteurs, optimisation, zonage, surveillance des expositions...);
- porter une attention particulière à la problématique de la radiologie interventionnelle (doses élevées, dosimétrie difficile, attitudes peu favorables à la protection);
- tenir les échéances pour la mise en place d'un système centralisé des résultats de la surveillance de l'exposition des travailleurs (SISERI) en tenant compte d'une typologie d'activités professionnelles suffisamment fine et programmer la reprise de l'historique des données dosimétriques;
- dans l'optique d'une harmonisation ultérieure à l'échelle européenne, donner un caractère opérationnel aux dispositions réglementaires existantes relatives à la gestion individuelle des expositions des travailleurs itinérants;
- engager une réflexion sur les métiers de la radioprotection hors INB (en particulier la PCR) en précisant la formation, les domaines de compétences et l'organisation des conditions d'intervention, quitte à faire évoluer la réglementation actuelle;
- engager une réflexion sur les rôles respectifs de l'entreprise « utilisatrice » et de l'entreprise « extérieure », en particulier dans le cadre de l'application du principe d'optimisation.

Sur un certain nombre de points il conviendra d'envisager de faire évoluer la réglementation actuelle et de s'inspirer d'exemples pratiques étrangers, en particulier européens.

I.3. L'exposition de la population

I.3.1 Le contexte réglementaire

La protection de la population est réglementée par des textes récents adoptés en application de la directive 96-29 Euratom du Conseil du 13 mai 1996 fixant les normes de base relatives à la protection des travailleurs et de la population contre les dangers des rayonnements ionisants. Le texte principal est le décret n° 2002-460 du 4 avril 2002 qui fixe les mesures générales de protection de la population contre les rayonnements ionisants en situation normale.

Les principes qui fondent ce texte sont les principes de justification des activités, d'optimisation de la protection et de limitation des expositions, recommandés par la Commission Internationale de Protection Radiologique, et que l'on retrouve au niveau des normes de base de la Commission Européenne et de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique.

Par ailleurs, le décret n° 2003-295 du 31 mars 2003 précise les modalités d'intervention en cas d'urgence radiologique et en cas d'exposition durable de l'environnement ; l'arrêté du 17 octobre 2003 fixe l'organisation d'un réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement.

I.3.2 Les expositions

La population est soumise à un ensemble d'expositions qui sont très inégales en fonction du lieu d'habitation et des habitudes de vie. Par ordre d'importance croissante en termes d'exposition individuelle moyenne, il s'agit de :

- l'exposition associée aux rejets radioactifs liquides et gazeux des installations nucléaires et industrielles en fonctionnement qui migrent dans l'environnement et qui, par transferts successifs, peuvent atteindre l'homme. La dose annuelle moyenne associée à ces expositions est estimée de l'ordre de 0,001 mSv. Ce type d'exposition varie en fonction de la nature et de la quantité des radioéléments rejetés, des modalités de leur dispersion dans l'environnement et de la localisation des populations par rapport aux installations. Les personnes les plus exposées à ce type d'exposition (groupes critiques) peuvent recevoir des doses pouvant aller jusqu'au dixième de millisievert ;
- l'exposition associée aux retombées radioactives sur le sol français en provenance des essais atmosphériques d'armes nucléaires réalisés dans les années 50 et 60, qui conduisent à une dose annuelle moyenne en France de l'ordre de 0,02 mSv, ainsi que les expositions associées aux retombées de l'accident de Tchernobyl, estimées à 0,01 mSv ;
- l'exposition due aux radioéléments naturels présents dans l'environnement (eau, végétaux, animaux) qui sont transférés jusqu'à l'homme à travers les chaînes alimentaires. La dose moyenne annuelle est estimée à 0,2 mSv ;
- l'exposition aux rayonnements cosmiques, variables avec l'altitude et la latitude, et aux rayonnements telluriques, plus ou moins importants en fonction des radioéléments naturels présents dans le milieu et donc selon la nature du sol. Globalement, cette exposition est estimée

à 1 mSv en moyenne en France. La part ayant pour origine les rayons cosmiques peut varier jusqu'à un facteur 2, c'est-à-dire entre 0,4 et 0,8 mSv, en fonction de l'altitude ;

- l'exposition au radon dans les habitations qui, bien que d'origine naturelle, est étroitement associée à l'activité humaine et donc aisément contrôlable. L'exposition moyenne de l'ordre de 60 Bq/m³. C'est la principale source d'exposition aux rayonnements de la population générale en France. La moitié des mesures effectuées à ce jour (environ 12 000) se situent en dessous de 50 Bq/m³, mais 0,5 % d'entre elles dépassent 1000 Bq/m³. Les différences constatées sont donc considérables, et dans certaines habitations les concentrations peuvent atteindre plusieurs milliers de becquerels par m³.

A ces diverses expositions, il faut aussi ajouter celles associées à la présence de sources de rayonnements diffuses (détecteurs d'incendie, portiques de sécurité...), de résidus radioactifs d'activités anciennes qui peuvent être localisés (anciens sites industriels) ou dispersés et/ou dilués dans le milieu (déchets radioactifs, sources ...) ainsi que les expositions potentielles qui pourraient résulter d'un accident nucléaire ou d'un acte de malveillance avec une dispersion plus ou moins importante de produits radioactifs dans l'environnement.

Enfin, pour être complet, on peut aussi mentionner les expositions qui résultent des activités industrielles engendrant des expositions naturelles renforcées du fait des procédés qu'elles mettent en œuvre comme par exemple les installations d'extraction et de traitement du pétrole et du gaz naturel, ou encore celles de l'industrie du phosphate ou du charbon.

Les expositions associées aux résidus d'activités anciennes ne concernent généralement que des groupes restreints de population ; les niveaux de dose reçue varient considérablement d'une situation à une autre. Il est possible parfois d'atteindre des niveaux annuels de dose de l'ordre de plusieurs millisieverts.

En ce qui concerne les expositions accidentelles, l'expérience nationale est fort heureusement limitée. L'Europe et la France n'ont pas été épargnées par les retombées de l'accident de Tchernobyl. Les niveaux auxquels ont été soumis les français à l'époque de l'accident et auxquels ils restent exposés 17 ans après sont modestes en comparaison de ceux subis par les habitants des territoires de la CEI proches de la centrale accidentée. Plusieurs millions de personnes vivent dans ces territoires et reçoivent des doses qui sont encore actuellement comprises entre une fraction de millisievert et plusieurs millisieverts par an. Cependant, au-delà des niveaux d'exposition, les conditions de vie dans un territoire contaminé sont complexes et difficiles et relèvent d'une problématique qui dépasse largement la radioprotection bien que cette dernière soit un élément indispensable de la vie dans de tels territoires.

L'impact sur le public des installations qui engendrent des expositions naturelles renforcées est encore peu étudié. Les quelques données publiées dans la littérature étrangère font état de doses annuelles pour les groupes concernés comprises entre quelques microsieverts et quelques centaines de microsieverts.

Globalement, les expositions environnementales (hors accident) représentent de l'ordre de 70% de la dose moyenne individuelle en France, les 30 % restants étant imputables aux expositions médicales.

I.3.3 Les enjeux

Une part importante de l'exposition de la population générale (environ 30 %), qui correspond à l'exposition aux rayonnements cosmiques et telluriques et à l'ingestion de radioéléments naturels via l'alimentation, n'est pas maîtrisable. En ce qui concerne les expositions dues aux retombées de Tchernobyl et dans une moindre mesure celles dues aux essais atomiques, il est possible d'effectuer des

mesures dans l'environnement afin d'identifier d'éventuelles situations pouvant faire l'objet d'actions très ponctuelles. Compte tenu des actions engagées par ailleurs par les pouvoirs publics concernant l'évaluation des conséquences des retombées de l'accident de Tchernobyl en France (Groupe présidé par le Pr. Aurengo), le groupe « Priorités en radioprotection » n'a pas mené de réflexions particulières dans ce domaine.

Pour la part de l'exposition maîtrisable, le groupe a examiné essentiellement les expositions dues au radon et celles provenant des installations qui rejettent des produits radioactifs dans l'environnement en fonctionnement normal. Les expositions potentielles immédiates en cas d'incidents, d'accidents nucléaires ou d'actes de malveillance n'ont pas été analysées faute de temps. En revanche, la stratégie relative à la gestion du risque en phase post-accidentelle a été examinée.

Le groupe a aussi considéré avec attention les situations d'exposition pouvant résulter d'activités industrielles anciennes qui ont cessé de fonctionner et d'éventuelles expositions durables faisant suite à un accident ou un acte de malveillance.

Enfin le groupe a considéré la surveillance sanitaire comme un élément indispensable et complémentaire de la surveillance de la radioactivité de l'environnement et de l'estimation des expositions de la population.

I.3.3.1 Le contrôle du radon

Le radon est un cancérigène pulmonaire classé comme cancérigène certain par le Centre international de la recherche sur le cancer (CIRC). Cependant, la gestion du risque radon fait toujours l'objet de controverses en France (cf encadré).

Quelques données sur le radon :

Le radon est un cancérigène pulmonaire classé en 1987 comme cancérigène certain par le Centre International de la Recherche sur le Cancer à partir des données concernant les expositions professionnelles des mineurs d'uranium. Les 11 études de cohortes de mineurs conduites dans différents pays montrent toutes une élévation significative du risque de cancer bronchique malgré une certaine fragilité métrologique et des facteurs de confusion (tabagisme, exposition gamma, poussières, statut socio-économique). Les effets éventuels des expositions résidentielles ont fait l'objet de nombreuses études :

- études cas-témoins : sur les 11 études, 4 montrent un risque significatif, les 7 autres étant négatives ;
- études de corrélation géographique : résultats discordants dus aux nombreux biais méthodologiques ;
- la modélisation dosimétrique : fait appel à des hypothèses et à de nombreux paramètres difficiles à justifier et à estimer.

Ces incertitudes sont reflétées par la dispersion des recommandations officielles (CIPR 65, OMS, EURATOM...).

Compte tenu du nombre de personnes concernées et des niveaux de dose individuelle pouvant être atteints, la gestion du radon dans les habitations privées et publiques en France doit rester une priorité en matière de radioprotection.

Le radon est facilement mesurable dans les habitations où il s'accumule. Il existe un ensemble d'actions techniques relativement simples, en particulier en matière de ventilation des locaux, pour réduire de

façon très significative son impact. Il est à noter que la réduction des niveaux de radon par une meilleure ventilation contribue également à l'amélioration de la qualité générale de l'air dans les habitations.

La France s'est engagée officiellement dans la gestion du risque radon en 1999. Le groupe recommande de poursuivre l'ensemble des mesures qui ont été mises en place à ce jour. Les campagnes de mesure dans les habitations privées et dans les établissements recevant du public, qui ont déjà permis d'identifier les régions où les niveaux de radon sont les plus élevés, doivent être poursuivies afin de mieux cerner les zones d'action prioritaires. Parallèlement, les actions d'information et de sensibilisation qui ont été engagées en direction des collectivités locales et des particuliers doivent être renforcées.

Jusqu'à présent, le public n'a pas fait preuve d'une grande mobilisation sur le sujet ; en conséquence, il convient d'engager avec tous les acteurs concernés (pouvoirs publics, experts, professionnels du bâtiment et de l'immobilier, associations...) une réflexion afin que ces derniers s'engagent dans une démarche de vigilance et de responsabilité vis-à-vis du radon. Les actions doivent être envisagées à la fois sur le plan collectif mais aussi individuel.

Il faut souligner l'importance, compte tenu des enjeux sanitaires potentiels, de poursuivre les efforts de recherche dans ce domaine, en particulier en ce qui concerne les interactions entre le radon et le tabac ainsi que d'autres polluants environnementaux et les effets sur certains groupes de population plus vulnérables comme les enfants par exemple.

Sur le plan technique, plusieurs pistes sont à l'étude pour diminuer le risque radon dans les habitations, comme l'introduction dans le code de construction pour les bâtiments neufs de règles visant à réduire les niveaux d'exposition, la mise en place de politiques incitatives pour l'amélioration de l'habitat ancien, et l'introduction d'un diagnostic radon à l'occasion des transactions immobilières. Le groupe recommande d'évaluer l'opportunité de leur mise en œuvre, en particulier d'évaluer le coût de telles mesures et les bénéfices que l'on peut en attendre. Les expériences étrangères en la matière, en particulier celles du Royaume-Uni, de la Suède et de la Suisse qui se sont engagés depuis de nombreuses années dans des programmes nationaux de réduction du radon dans les habitations, méritent d'être étudiées avec soin.

I.3.3.2 La surveillance de la radioactivité de l'environnement et l'estimation des expositions de la population

Compte tenu des niveaux d'exposition qui sont en jeu, il n'est pas possible, en dehors des situations accidentelles, de mesurer directement les doses reçues par les personnes du public du fait de la présence de radioactivité dans l'environnement, comme c'est le cas pour les travailleurs. La connaissance des expositions passe donc par la modélisation qui permet, à partir de mesures de concentration de la radioactivité réalisées dans les divers milieux (air, eau, chaîne alimentaire), d'estimer l'ordre de grandeur des doses reçues par la population en ayant recours à une série de modèles d'exposition qui tiennent compte des principaux paramètres qui gouvernent les modalités d'exposition interne et externe (transferts dans l'environnement, habitudes de vie, physiologie des personnes...).

En pratique, il est évidemment impossible de prendre en compte la grande diversité des situations individuelles et les approches retenues sont de nature statistique. Pour certains groupes particuliers, comme les riverains des installations nucléaires par exemple, des approches plus fines (type groupe de référence) sont développées afin de tenir compte des particularismes locaux. Dans un tel contexte, on conçoit bien l'importance que revêtent les mesures de la radioactivité dans l'environnement car elles constituent la base de l'édifice.

De plus, comme les expositions sont globalement proportionnelles aux concentrations pour une situation donnée, la mesure de ces dernières constitue un bon indicateur indirect des doses susceptibles d'être reçues par les personnes, et aussi un outil d'alerte pertinent.

En ce qui concerne la surveillance de la radioactivité dans l'environnement, un réseau national est en cours de constitution. Ce réseau a vocation à regrouper les anciens réseaux de l'IPSN et de l'OPRI ainsi que tous les laboratoires de mesure qui se sont développés au cours de la dernière décennie souvent pour répondre à des demandes de collectivités locales ou de la population, et qui de façon plus large exercent une fonction de vigilance indépendamment de la surveillance organisée ou supervisée par les pouvoirs publics. Le pilotage de ce réseau sera assuré par la DGSNR et géré par l'IRSN; les données collectées seront mises à disposition de l'InVS et rendues publiques notamment via des sites Internet.

A ce réseau, il faut ajouter le réseau de contrôle de la qualité radiologique de l'eau potable qui vient d'être mis en place par les DDASS sous l'autorité de la DGSNR afin de surveiller l'exposition associée aux radioéléments, dont les radioéléments naturels susceptibles d'être présents dans l'eau ; les résultats seront mis à disposition du public via la banque de données SISE-Eau du ministère de la santé. Citons également l'ensemble des mesures ponctuelles effectuées par les services vétérinaires et ceux de la répression des fraudes pour vérifier la qualité radiologique des produits alimentaires. L'objectif de ces mesures est de détecter l'éventuelle présence de radioactivité artificielle dans les produits (essentiellement les champignons) en provenance de pays dont une partie des territoires est contaminée du fait d'accidents du passé, et en particulier de l'accident de Tchernobyl.

Enfin, à côté de ces différents réseaux et laboratoires de mesure qui sont administrés par les pouvoirs publics, les collectivités locales ou des organisations indépendantes, il existe également les réseaux de mesure autour des installations nucléaires qui sont gérés par les grands opérateurs du nucléaire (CEA, EDF, AREVA).

Le groupe « Priorités en radioprotection » considère que la surveillance de la radioactivité dans l'environnement est un des éléments déterminant du dispositif de protection de la population et qu'il convient que les systèmes qui viennent d'être décidés deviennent opérationnels rapidement. Compte tenu de la sensibilité particulière de la population vis-à-vis de la présence de radioactivité artificielle dans l'environnement, il est indispensable que ces systèmes fonctionnent dans la transparence et le pluralisme.

L'extrême variabilité des résultats que l'on peut constater pour des mesures réalisées dans un même lieu implique la mise en place de protocoles de mesure et de validation partagés par tous les acteurs. Cette surveillance doit par ailleurs s'exercer en tenant compte des préoccupations de la population, et particulièrement celle qui est riveraine des installations. De ce point de vue, le groupe considère que les pouvoirs publics doivent favoriser les approches locales en s'appuyant sur les divers laboratoires susceptibles d'apporter leur concours, qu'ils soient gérés par les collectivités locales, le milieu universitaire ou le milieu associatif.

En matière d'information, si la possibilité pour le public d'accéder à tous les résultats de la surveillance est absolument nécessaire pour la crédibilité du système, il est également important de donner la possibilité à chaque citoyen de pouvoir s'adresser directement aux laboratoires pour faire effectuer des mesures d'échantillons. Dans un souci pédagogique, cet accès direct pourrait être également étendu au milieu scolaire afin de développer progressivement les éléments de base d'une culture de radioprotection au sein de la population.

En ce qui concerne l'estimation des expositions, le groupe « Priorités en radioprotection » considère que les pouvoirs publics doivent progressivement mettre à la disposition de tous les acteurs concernés des outils d'évaluation de doses validés de façon pluraliste. L'expérience du passé montre en effet que, au-delà des divergences concernant l'interprétation des mesures, la modélisation des doses est un domaine qui, en cas de doute ou d'interrogations sur une situation d'exposition, peut devenir une source de controverse entre les parties prenantes.

L'initiative toute récente du Groupe Radioécologie Nord-Cotentin de reprendre les outils d'évaluation développés dans le cadre de son évaluation afin de les rendre accessibles à tous ceux qui souhaiteraient les utiliser dans l'avenir va dans le bon sens. Ces outils, qui ont été construits dans ce cadre d'une démarche pluraliste, ont l'intérêt de combiner les meilleurs codes de calcul disponibles avec les données locales ou régionales qui caractérisent de la façon la plus réaliste possible les conditions d'exposition.

I.3.3.3 La gestion des sites contaminés du passé

La réglementation stipule que le responsable d'une activité passée ou ancienne, à l'origine d'un cas d'exposition durable de personnes, est tenu de mettre en place un dispositif de surveillance des expositions et de procéder à un assainissement du site selon les modalités fixées par les autorités compétentes. En l'absence de responsable connu ou solvable, ces obligations peuvent être imposées au propriétaire du site. Les mesures de protection peuvent aller de la simple information de la population concernée jusqu'à la mise en œuvre d'interventions pour réduire l'exposition des personnes jusqu'à un niveau fixé par arrêté ministériel après avis de l'IRSN.

Le nombre de cas de sites contaminés ayant été identifiés et ayant fait l'objet d'un examen est resté très limité au cours des dernières années. Cependant, l'expérience a montré que, malgré des niveaux d'exposition le plus souvent limités, la gestion de ces cas pouvait facilement devenir problématique du fait des enjeux économiques et sociaux, l'expression de ces derniers se traduisant par une focalisation sur le risque débouchant sur la remise en cause soit des expertises dosimétriques soit des mesures de protection préconisées.

Pour répondre à ces difficultés, les pouvoirs publics ont développé un guide méthodologique⁷ pour la gestion des sites industriels potentiellement contaminés par des substances radioactives ; il s'adresse à tous ceux qui sont concernés par l'évaluation des risques associés à ces sites et à la mise en œuvre éventuelle de mesures de protection. Le guide propose une démarche novatrice en matière d'implication des parties prenantes qui marque une rupture avec les pratiques antérieures fondées sur la fixation de niveaux de contamination en dessous desquels il n'y avait pas lieu d'intervenir. Cette démarche est calibrée en fonction des niveaux de contamination constatés, avec un engagement progressif des parties prenantes en fonction de l'importance des enjeux environnementaux, sanitaires, économiques et sociaux. Le principe qui structure l'action est le principe d'optimisation qui vise à réduire les expositions aussi bas qu'il est raisonnablement possible, compte tenu des considérations économiques et sociales qui caractérisent le site considéré. Il s'agit donc d'une approche au cas par cas.

Le groupe « Priorités en radioprotection » considère que cette approche s'inscrit parfaitement dans la perspective d'implication des acteurs qu'il appelle de ses vœux et qu'il convient dans ce domaine d'envisager, lorsque le retour d'expérience sera significatif, une évaluation de ce dernier afin d'apprécier entre autres s'il convient de faire évoluer le guide.

Pour assurer la réhabilitation de sites contaminés par le radium à la suite d'activités passées, les pouvoirs publics ont mis en place un fonds spécial, appelé « fonds radium ». Ce fonds est destiné à apporter des

⁷ Guide IPSN « Gestion des sites industriels potentiellement contaminés par des substances radioactives », octobre 2000.

aides à des particuliers, propriétaires ayant hérité de terrains contaminés par le radium au cours de la première moitié du XXe siècle.

Enfin, il convient enfin de noter que l'ANDRA a mis en place un observatoire qui dresse annuellement l'état et la localisation de tous les déchets radioactifs se trouvant sur le territoire national. Environ 1000 sites pollués par des matières radioactives sont actuellement recensés, mais leur impact potentiel sur le plan dosimétrique n'est pas précisé. Ce travail de recensement doit évidemment être maintenu et enrichi, avec à terme la possibilité d'introduire des indications sur l'ordre de grandeur des expositions potentielles pour le public en fonction de scénarios génériques.

I.3.3.4 La gestion des situations post-accidentelles

A la suite de l'accident de Tchernobyl, la France, comme tous les pays nucléarisés, s'est engagée dans une refonte en profondeur de son dispositif de gestion de crise nucléaire. Au fil des années s'est ainsi mise en place une approche cohérente et adaptée en cas d'urgence radiologique fondée sur la planification des mesures (évacuation, mise à l'abri, prise de comprimés d'iode) visant à réduire les conséquences potentielles à l'intérieur et à l'extérieur des installations, l'évaluation en temps réel des conséquences potentielles des accidents pour guider l'action des pouvoirs publics et la concertation entre tous les acteurs concernés pendant et après la phase d'urgence.

L'efficacité de ce dispositif est régulièrement testée au moyen d'exercices qui permettent de vérifier la bonne coordination des moyens et des actions et également d'identifier d'éventuelles améliorations à apporter. D'abord focalisée sur la phase d'urgence, l'attention des pouvoirs publics ne s'est portée sur la phase post-accidentelle qu'assez récemment. L'attentat du 11 septembre 2001 aux Etats-Unis a mis en évidence la nécessité de se doter rapidement d'une stratégie cohérente pour faire face à une éventuelle contamination durable de l'environnement résultant d'un acte de malveillance.

L'expérience des pays de la CEI qui ont été affectés par l'accident de Tchernobyl et qui doivent gérer de vastes territoires contaminés montre que la réhabilitation de ces territoires ne relève pas seulement d'une problématique technique de radioprotection, mais implique également les dimensions environnementale, sanitaire, éducative, économique, sociale, culturelle, éthique et politique. Il s'agit d'aborder la question de la gestion post-accidentelle dans le cadre d'une approche intégrée incluant toutes les dimensions affectées, à la fois soutenable (c'est-à-dire en lien avec le développement économique et social des territoires contaminés) et décentralisée (c'est-à-dire impliquant les acteurs locaux concernés).

L'expérience de la CEI a aussi montré que, pour être efficace et durable, cette implication doit s'articuler avec la dissémination d'une « culture radiologique pratique » parmi tous les segments de la population, en particulier chez les professionnels locaux en charge de l'éducation et de la santé. Cette culture repose sur trois éléments indissociables : une surveillance de la radioactivité et des expositions impliquant la population, une surveillance sanitaire renforcée et la transmission de savoir-faire pratiques concernant la gestion quotidienne de la radioactivité par le système éducatif.

Le groupe « Priorités en radioprotection » considère qu'il convient d'engager sans attendre une réflexion nationale afin d'établir les principes généraux et les modalités pratiques de la gestion des situations de contamination durable pouvant résulter d'un accident nucléaire ou d'un acte de malveillance. Cette réflexion doit impliquer toutes les parties prenantes au niveau des pouvoirs publics, des organismes d'expertise, des professionnels concernés et des représentants élus ou associatifs de la population. Elle doit également s'articuler avec les travaux du Comité interministériel aux crises

nucléaires ou radiologiques (CICNR) qui vient d'être créé en septembre 2003⁸ en remplacement du Comité interministériel de la sécurité nucléaire pour coordonner l'action des pouvoirs publics dans ces domaines.

I.3.3.5 La surveillance sanitaire

La surveillance de santé publique se définit comme un processus régulier et systématique de collecte, d'analyse et d'interprétation des phénomènes de santé et de leurs déterminants afin de donner, en temps utile, le résultat de ces analyses à ceux qui en ont besoin; son but consiste à détecter de la façon la plus rapide qui soit les changements de tendance des maladies en vue de déclencher, si nécessaire, un dispositif d'investigation du phénomène observé afin de mettre en place les mesures de contrôle et de prévention appropriées. Appliquée au domaine de l'environnement (environnement général, environnement professionnel, environnement domestique), la surveillance sanitaire peut revêtir plusieurs aspects et concerner la surveillance des risques, la surveillance des expositions, la surveillance des impacts sanitaires et enfin la surveillance des interventions dans un but d'évaluation des politiques publiques de santé.

Dans le domaine nucléaire, il existe une forte demande sociale de la part des riverains dans les lieux où sont ou ont été exercés des activités nucléaires (sites d'extraction de minerais uranifères, centrales de production d'énergie électrique, centres de traitements des déchets, sites orphelins) pour disposer d'informations objectives sur les possibles effets à long terme consécutifs à une exposition passée, actuelle ou future en relation avec les rejets radioactifs imputables à ces installations.

La mise en place systématique d'études épidémiologiques intéressant l'ensemble des populations vivant à proximité des installations précisées ci-dessus n'est pas possible, à la fois pour des raisons économiques en relation avec la durée de cette surveillance et les moyens qu'elle nécessiterait de mobiliser et pour des raisons scientifiques en relation avec la non-spécificité des effets induits par l'exposition aux rayonnements ionisants et la faible incidence de ces pathologies du fait d'une exposition (hors situations accidentelles) à de faibles doses rendant difficile l'établissement d'une relation causale.

En revanche, il est indispensable de poursuivre le développement de systèmes de surveillance des cancers en vue d'utiliser ces outils dans une perspective de surveillance de certaines pathologies autour des sites nucléaires mentionnés ci-dessus ; dans ce contexte, on insistera sur l'intérêt de l'existence d'un registre des cancers de l'enfant et des perspectives liées au développement d'un registre des cancers de la thyroïde: ces registres sur les cancers ainsi que les registres dans certaines régions sur les malformations congénitales seront très utiles à la surveillance des pathologies potentiellement liées à l'exposition aux rayonnements ionisants d'origine environnementale. Il convient aussi de prévoir la réalisation d'un point zéro des pathologies avant l'installation d'un site industriel.

Vis-à-vis des possibles situations accidentelles, il est indispensable d'engager une réflexion sur les dispositions techniques à prendre (enregistrement des personnes exposées, acquisition des données sur l'exposition des personnes concernées...) indispensables à la mise en place d'un système de surveillance épidémiologique spécialement adapté à ce type de situation. Là encore, le recours aux registres des pathologies cancéreuses ou de malformations congénitales sera d'une grande utilité.

Enfin, vis-à-vis de l'exposition de la population française au radon, on orientera dans un premier temps la surveillance épidémiologique vers une surveillance de l'exposition indispensable à la quantification de

⁸ Décret n° 2003-865 du 8 septembre 2003 portant création du comité interministériel aux nucléaires ou radiologiques, J.O n° 209 du 10 septembre 2003

l'impact sanitaire soit par des méthodes épidémiologiques, soit par la méthode d'évaluation quantitative des risques.

I.3.4 Les recommandations

Sur ce thème, le groupe a audité les personnalités suivantes :

- **M. Gilles HERIARD DUBREUIL**, Expert en gestion sociale des risques, Mutadis Consultants ;
- **M. Yves MISEREY**, Journaliste au Figaro ;
- **Mme Margot TIRMARCHE**, IRSN, Chef du laboratoire d'Epidémiologie ;
- **M. Jean-François VALLEY**, Directeur de l'Institut universitaire de radiophysique appliquée – Lausanne.

Sur la base de ces auditions, et après discussion, le groupe « Priorités en radioprotection » a retenu un ensemble de recommandations qui lui paraissent à même de renforcer encore la maîtrise des dispositifs existants et combler certaines lacunes en matière d'exposition du public.

Les actions proposées s'inscrivent dans une perspective visant à développer la vigilance et la responsabilité des acteurs à travers la mise en place d'approches et d'outils permettant d'une part d'identifier les situations d'exposition anormales et d'autre part de donner à ceux qui sont soumis à ces situations et à ceux qui les gèrent la possibilité de pouvoir agir de façon efficace. Ces actions sont les suivantes :

- favoriser la mise en œuvre du programme national « radon » et évaluer à intervalles réguliers (2 ou 3 ans) les progrès réalisés. Engager une réflexion sur l'établissement de normes de construction pour l'habitat neuf et pour la rénovation des habitats anciens présentant des concentrations élevées en radon (introduction d'un diagnostic radon à l'occasion des transactions immobilières...) et engager enfin une réflexion sur la construction d'une démarche de vigilance et de responsabilisation des acteurs, en particulier les propriétaires privés ;
- poursuivre les efforts engagés pour améliorer la connaissance des niveaux de radioactivité dans l'environnement et des niveaux d'exposition de la population associés aux activités médicales, industrielles, nucléaires et de recherche. Cet objectif doit s'appuyer sur les réseaux de mesure existants et en cours de mise en place en favorisant les approches décentralisées et pluralistes. Les citoyens doivent également avoir un accès direct et facilité aux moyens de mesure et aux résultats. Il paraît souhaitable pour assurer le succès d'une telle approche de s'appuyer sur le réseau des Commissions locales d'information (CLI), et de favoriser l'émergence de pôles régionaux pour la mesure de la radioactivité de l'environnement en relation avec le milieu universitaire et associatif ;
- faire un bilan à moyen terme du retour d'expérience en matière de gestion des sites contaminés, et en particulier de l'utilisation du guide méthodologique pour la gestion des sites industriels potentiellement contaminés par des substances radioactives. Poursuivre le recensement des sites contaminés et envisager à terme une évaluation des expositions potentielles de ces sites pour des scénarios d'exposition génériques ;
- engager une réflexion nationale sur la stratégie de réhabilitation en cas de contamination durable de l'environnement (en milieu urbain ou agricole) à la suite d'un accident nucléaire ou d'un acte de malveillance. Cette stratégie doit inclure entre autres le contrôle radiologique de

l'environnement et des personnes, une veille sanitaire renforcée et spécifique, la transmission des savoir-faire via l'éducation à l'école et la poursuite des activités économiques ;

- renforcer la surveillance sanitaire de la population, en particulier autour des installations qui rejettent de la radioactivité dans l'environnement, en poursuivant le développement des registres des cancers et de pathologies susceptibles d'être associées à l'exposition aux rayonnements.

I.3.5 Les priorités

Parmi les recommandations énoncées précédemment, le groupe « Priorités en radioprotection » retient les priorités suivantes :

- poursuivre les recherches sur l'estimation du risque lié au radon en population générale et poursuivre, en parallèle, la réflexion sur l'établissement de normes de construction pour l'habitat neuf et sur la réduction des expositions dans les habitations présentant des concentrations élevées.
- renforcer les dispositions existantes par la définition d'une stratégie de gestion sociale et économique des territoires contaminés en cas d'accident ou d'acte de malveillance entraînant une exposition durable de la population, en milieu urbain ou agricole, prenant en compte le suivi sanitaire des populations, le suivi radiologique de l'environnement et des denrées alimentaires ;
- favoriser, dans le cadre de la constitution du Réseau National de Surveillance Radiologique de l'Environnement, l'émergence de pôles régionaux pour la mesure et la surveillance de la radioactivité en relation avec le milieu universitaire et associatif ;
- renforcer une politique d'information sur les rejets d'effluents radioactifs des installations nucléaires, industrielles, médicales et de recherche, ainsi que des impacts dosimétriques associés.

CHAPITRE II – Propositions d’actions pour développer la radioprotection des patients

La radioprotection des patients constitue un volet nouveau de la radioprotection, du fait qu’elle est encadrée depuis peu par des textes législatifs et réglementaires alors que par le passé elle était laissée à la seule appréciation du médecin.

II.1 Le contexte réglementaire

La protection des personnes exposées à des rayonnements ionisants à des fins médicales et médico-légales est dorénavant réglementée par le décret n° 2003-270 du 24 mars 2003⁹, pris en application de la directive 97-43 Euratom du Conseil du 30 juin 1997 relative à la protection sanitaire des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants lors d’expositions à des fins médicales. Cette réglementation sur les expositions médicales, intégrée dans le code de la santé publique (chapitre 3, section 6 « protection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales ou médico-légales »), transpose en droit national les principes figurant dans la directive cadre sur l’exposition aux rayonnements ionisants (directive 96/29 Euratom). Ces principes sont les suivants :

Le principe de justification, qui doit conduire à vérifier que la pratique d’examens exposant aux rayonnements ionisants présente un avantage médical direct suffisant au regard du risque potentiel théorique de cette exposition.

Le principe d’optimisation, qui impose de vérifier que, lors des pratiques médicales exposant aux rayonnements ionisants, les niveaux d’exposition sont maintenus au niveau le plus faible compatible avec l’obtention du résultat recherché.

II.2 Les enjeux et les spécificités

- **Les enjeux**

L’utilisation médicale des rayonnements ionisants constitue aujourd’hui la première source d’exposition à ce type de rayonnement de la population des pays développés. Le Comité Scientifique des Nations Unies sur les Effets des Radiations Atomiques (UNSCEAR) estime que la dose annuelle individuelle, associée aux explorations radiologiques, est de l’ordre de 1,2 mSv dans ces pays. Il faut souligner d’emblée que l’exposition médicale n’est en aucun cas rapportable à l’ensemble de la population. En effet, quelques sous-ensembles de la population de patients reçoivent des doses élevées (radiologie interventionnelle, examens scanographiques itératifs, etc.) qui contribuent à une proportion importante de la dose “médicale” globale. C’est pourquoi il est irréaliste de vouloir estimer, à partir d’une dose collective, le nombre de décès qui pourraient résulter de l’exposition médicale. En effet, il faut savoir qu’il s’agit, pour les cumuls de doses les plus importants, d’une population ayant de multiples pathologies susceptibles de réduire la durée de vie, et, pour deux tiers des patients hospitalisés en hôpital général, de personnes de plus de 60 ans. Il convient cependant d’être particulièrement attentif à l’exposition de certains groupes, tout particulièrement les enfants et les personnes exposées à des fins

⁹ Décret n° 2003-270 du 24 mars 2003 relatif à la protection des personnes exposées à rayonnements ionisants à des fins médicales et médico-légales et modifiant le code de la publique (deuxième partie : Décrets en Conseil d’Etat), J.O n° 72 du 26 mars 2003

de dépistage. C'est sur ces groupes, ainsi que chez les patients traités par radiothérapie et chez qui peut se développer un second cancer, que doivent être menées en priorité les études épidémiologiques éventuelles.

Pour la France, les données de l'exposition en radiodiagnostic ne sont pas connues avec suffisamment de précision et il est souhaitable d'améliorer le recueil des données dosimétriques.

- **Les spécificités**

En diagnostic

Dans le domaine de l'exposition médicale, il est impératif de garder en mémoire les bénéfices, collectifs et individuels, des techniques mettant en œuvre les rayonnements ionisants à des fins diagnostiques et/ou thérapeutiques lorsqu'on calcule d'éventuels effets délétères occasionnés par une exposition répétée aux rayonnements ionisants. Le principe de justification prend ici toute sa force. Cette justification doit être individuelle mais aussi collective au sens de l'intérêt du plus grand nombre. En effet, les ressources dévolues au système de santé sont limitées et il ne faut pas allouer des ressources à des mesures dont le bénéfice est nul au détriment d'autres domaines où l'investissement financier se traduirait par des résultats tangibles.

Dans certains cas, l'application automatique du principe de justification du décret n°2003-270 qui stipule que le recours à une technique utilisant les rayonnements ionisants suppose "qu'aucune autre technique d'efficacité comparable comportant de moindres risques ou dépourvue d'un tel risque n'est disponible" pourrait amener des difficultés de prise en charge, voire des aberrations en raison des difficultés d'accès et du coût élevé des techniques non irradiantes, tout particulièrement l'IRM.

En thérapie

La radiothérapie doit mettre en œuvre les principes de justification et d'optimisation aussi bien pour les techniques d'irradiation externe que pour la curiethérapie. Les indications thérapeutiques sont posées, après concertation pluridisciplinaire, conformément à des référentiels (protocoles) thérapeutiques nationaux ou internationaux.

Les équipements sont contrôlés, afin d'offrir une assurance de qualité rigoureuse, par les équipes biomédicales et par les personnes spécialisées en radiophysique médicale. Ces derniers réalisent de plus l'étude dosimétrique précise et personnalisée pour chaque étape du traitement. La distribution de dose est optimisée pour délivrer la dose curative au niveau du volume cible (tumeur) en limitant au maximum la dose délivrée aux tissus sains (organes à risque).

Pour les applications diagnostiques et thérapeutiques, outre la PCR présente dans tout établissement utilisant les rayonnements ionisants, l'environnement de ces pratiques bénéficie de la présence obligatoire de spécialistes médicaux en radiothérapie et médecine nucléaire, et de radiophysiciens en radiothérapie (arrêté du 23 avril 1969, modifié le 10 octobre 1977) et en médecine nucléaire (arrêté du 11 février 1993). La publication du décret du 24 mars 2003¹⁰, transposant la directive 97-43 Euratom, va, dans un proche avenir, conduire à étendre la présence des radiophysiciens (maintenant appelés « personne spécialisée en radiophysique médicale ») en radiologie. Cette mesure devra s'accompagner d'un effort particulier des établissements de soins pour augmenter les effectifs nécessaires. On estime qu'au moins 200 personnes supplémentaires seraient nécessaires en plus des 350 actuelles, dans l'état actuel des choses.

¹⁰ Décret n° 2003-270 du 24 mars 2003 relatif à la protection des personnes exposées à des rayonnements ionisants à des fins médicales et médico-légales et modifiant le code de la santé publique (deuxième partie : Décrets en Conseil d'Etat).

Notons qu'à ce jour plusieurs applications utilisant les rayons X (cardiologie, chirurgie ...) sont réalisées par des spécialistes ayant peu ou pas de formation en radioprotection. De même, l'administration de radiopharmaceutiques à des fins diagnostiques ou thérapeutiques peut être effectuée par des infirmières sans qu'une formation préalable soit exigée.

Les patients doivent bénéficier d'une information complète sur le bénéfice attendu du traitement et sur les effets déterministes des rayonnements ionisants au cours du traitement et à distance, notamment les enfants et les patients traités par une association de radiothérapie et de chimiothérapie. Dans ces cas (cf. audition de F. de Vathaire), le risque de voir apparaître des seconds cancers plusieurs années après le traitement est plus élevé et nécessite une surveillance ininterrompue.

II.3 Les recommandations

Le groupe a auditionné les personnalités suivantes :

- **M. Jean- Noel FOULQUIER**, Unité de radiophysique, Registre « Grossesses irradiées », hôpital Tenon, Paris ;
- **Pr. Jean-François CHATEIL**, Radiopédiatre à l'hôpital Pellegrin de Bordeaux ;
- **Mme Danièle PAJONI**, maître de conférence à Paris VII et orthodontiste à l'Hôtel Dieu, Paris ;
- **M. Jean-François VALLEY**, Directeur de l'Institut universitaire de radiophysique appliquée, Lausanne ;
- **M. Florent DE VATHAIRE**, INSERM U 351, Institut Gustave Roussy, Villejuif ;

Sur la base de ces auditions et des débats du groupe, le groupe « Priorités en radioprotection » propose les recommandations qui suivent :

Justifier :

1. subordonner la pratique médicale des examens irradiants au principe de **justification**, tel qu'il figure dans les guides d'examen d'imagerie élaborés par les sociétés savantes ou l'ANAES (cf conférence de consensus sur l'exploration des sciatiques et lombalgies. Ces référentiels devront en particulier statuer sur la pertinence **d'examens systématiques**, demandés notamment par les fédérations sportives, les assurances, voire les pouvoirs publics.

Optimiser :

2. Faire adopter et respecter par les utilisateurs le principe d'**optimisation**, résultant des recommandations de bonnes pratiques et des guides de réalisation des procédures élaborés par les sociétés savantes et tenus à jour. Une incitation à la connaissance et l'utilisation de ces guides pourrait faire partie des référentiels de contrôle qui se mettent en place.
3. Associer à chacune des procédures ainsi définies des **niveaux de référence diagnostiques** nationaux par types de pratiques exposant aux rayonnements ionisants. Ceci suppose la mise en place d'une collecte de données représentatives pour disposer d'un niveau de départ et l'attribution de moyens aux sociétés et organismes compétents pour colliger et transmettre les mesures réalisées par la suite.

Surveiller les expositions :

4. Mieux connaître les expositions des patients exposés aux rayonnements ionisants d'origine médicale. Cette amélioration de la connaissance des expositions impose :

- l'équipement obligatoire de tout appareil de radiologie d'un dispositif informant de la quantité de rayonnement émise lors d'une procédure radiologique ; cet équipement doit concerner, dans un premier temps, les appareils nouvellement mis sur le marché et tous les appareils utilisés en radiopédiatrie. Dans un deuxième temps, ces dispositifs devront équiper tous les appareils existants lorsque c'est possible. Pour les appareils de radiographie dentaire, notamment les orthopantomographes, la mesure de dose délivrée par un examen doit faire partie du contrôle de qualité, ce qui permettra de disposer de données dosimétriques ;
 - la mise en place effective du contrôle de qualité interne et externe des appareils émetteurs de rayonnements ionisants ;
 - le respect de l'obligation de mentionner sur les comptes rendus individuels d'examen radiologiques l'information nécessaire à l'estimation des doses délivrées, en application de l'article R.1333-66.3 du Code de la Santé Publique modifié le 4 mars 2003.
 - la mise à disposition des services hébergeant les plateaux de radiodiagnostic, de radiologie interventionnelle et de médecine nucléaire, de personnes spécialisées en radiophysique médicale (PSRPM) en application de l'article R. 1333-60 du Code de la Santé Publique. Cette mesure est à ce jour inapplicable en l'état actuel des effectifs et nécessite donc l'extension des capacités de formation de ces personnels et une promotion accrue de cette filière dans les universités. Le nombre de PSRPM présents dans les différentes structures (ou le temps consacré par la PSRPM à une structure) devra être en accord avec les recommandations des sociétés savantes européennes et en particulier celles de l'EFOMP¹¹.
5. La constitution d'un système d'information sur la fréquence et la nature des pratiques utilisant des rayonnements ionisants. Ce système d'information devrait contribuer :
- à mieux répertorier la fréquence et la distribution des examens pratiqués dans les différentes catégories de la population française. Dans un deuxième temps, cette information pourrait être complétée par une étude plus fine de la fréquence d'exposition cumulée résultant des pratiques médicales ;
 - à mieux connaître les accidents ou incidents survenant dans le domaine des applications médicales des rayonnements ionisants, par la mise en place d'un point de centralisation des déclarations ;
 - à mettre en place un système d'informations individuelles sur la dose, dans le cadre du futur dossier médical unique.

Ces différentes actions, reprises dans le cadre du « plan d'action de surveillance des expositions médicales » établi par la DGSNR en décembre 2003, avec le soutien de l'IRSN et de l'InVS, doivent aboutir à terme à la mise en place d'un véritable dispositif de surveillance des expositions.

Surveiller les effets :

6. Mieux connaître et surveiller les effets potentiels de l'exposition des patients aux rayonnements ionisants d'origine médicale. La mise en place d'un tel système de surveillance impose :
- de tester la possibilité de croiser, au niveau individuel, des informations sur les expositions et les affections présentées. Ce croisement passe par la mise en place d'un " identifiant unique santé " ;

¹¹ EFOMP : European Federation of Organisations for Medical Physics

- d'accélérer la mise en place des systèmes de surveillance de l'incidence des cancers ;
- de poursuivre les études épidémiologiques entreprises pour mieux connaître l'impact secondaire de traitements de radiothérapie, associés ou non, à des traitements de chimiothérapie (troubles cognitifs, affections cardiovasculaires, cancers secondaires...);
- d'étudier la faisabilité d'études épidémiologiques portant sur des groupes sensibles, ayant notamment pour objectifs :
 - de connaître la fréquence des radiodermites, chez les patients bénéficiant d'actes de radiologie interventionnelle ;
 - de connaître l'impact sanitaire d'examens irradiants pratiqués sur les prématurés ;
 - de connaître l'impact sanitaire d'expositions liées à la pratique des examens de radiologie dentaires chez les enfants (thyroïde, glandes salivaires).

7. Développer l'information et la formation, avec pour objectifs :

- de promouvoir les principes de justification et d'optimisation auprès des professionnels intervenant dans ce domaine mais aussi auprès des médecins demandeurs d'examens radiologiques, dont la formation initiale et continue doit comporter tous les éléments nécessaires à la compréhension des effets, bénéfiques et risques secondaires des rayonnements ionisants ;
- de favoriser, en sus des guides d'indications des examens médicaux, la diffusion de publications internationales faisant référence (CIPR 84 pour l'exposition en cours de grossesse, par exemple) ;
- de créer un réseau d'experts afin de répondre à toute demande de renseignement sur un examen utilisant les rayonnements ionisants pratiqué en cours de grossesse. Il conviendrait de mettre en place un point de centralisation des demandes (numéro vert ?). Il serait utile, outre une meilleure information des professionnels, de publier une classification des examens nécessitant une prise en compte ou non de l'exposition. Cette publication devrait être confiée aux sociétés savantes concernées ;
- d'informer les patients sur les risques des expositions médicales, comparés à leur bénéfice, notamment par le biais de brochures ou de plaquettes.

II.4. Les priorités

Des recommandations énoncées ci-avant (§ II.3.), le groupe « Priorités en radioprotection » retient les priorités suivantes :

- développer rapidement, avec les professionnels, les modalités d'évaluation et de contrôle de la mise en œuvre des principes de justification et d'optimisation, sur la base des référentiels et guides établis par les sociétés savantes. Ces référentiels devront notamment statuer sur la pertinence d'examens systématiques demandés en particulier par les fédérations sportives, les assurances, voire les pouvoirs publics ;
- concevoir des systèmes d'information sur les doses d'exposition des patients, en collaboration avec les différents acteurs et instances concernés ;
- rendre obligatoire, pour les installations nouvelles et existantes, un dispositif informant de la quantité de rayonnements émise lors d'une procédure de radiopédiatrie ;

- mettre en place un dispositif d'information et de conseil (type n° vert) des médecins et des patientes confrontés à un problème d'exposition aux rayonnements ionisants au cours de la grossesse ;
- vérifier la pertinence d'examens radiologiques demandés en particulier par les fédérations sportives, les assurances, voire les pouvoirs publics.

CHAPITRE III - Recommandations pour un partage des connaissances en radioprotection

III.1. L'expertise en radioprotection

III.1.1. Le contexte

La radioprotection est structurée au niveau international dans le cadre de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR). Depuis sa création en 1928, cette commission s'est attachée à établir une base cohérente de la protection fondée sur les connaissances scientifiques disponibles. Au cours des années, la radioprotection a régulièrement évolué en incluant les connaissances issues de la radiobiologie puis celles de l'épidémiologie des rayonnements, avec en particulier les travaux menés autour du suivi des populations irradiées d'Hiroshima et de Nagasaki. L'accumulation des connaissances a permis progressivement de consolider les principes fondamentaux de justification, d'optimisation et de limitation qui structurent la radioprotection moderne.

Actuellement, pour les effets déterministes qui sont associés aux fortes doses d'exposition, il est admis par tous les experts qu'il existe des seuils d'apparition différents en fonction du type d'effets et que pour s'en protéger il convient de maintenir les expositions en dessous de ces seuils. Il est intéressant de souligner que les limites d'exposition pour ce type d'effets n'ont pratiquement pas bougé depuis soixante-dix ans car les effets et les seuils ont d'emblée été bien repérés.

Pour les effets stochastiques tels que les cancers associés aux expositions aux radiations ionisantes, si le risque est bien mis en évidence pour des doses moyennes d'exposition, une incertitude demeure quant à l'existence ou non d'un seuil d'apparition, pour les faibles niveaux d'exposition. Cette incertitude a conduit la CIPR à adopter une attitude de prudence pour gérer les faibles doses (principe de précaution) en considérant qu'en l'absence de preuve sur l'innocuité de ces dernières il convenait d'agir comme s'il y avait un risque, ce dernier étant proportionnel à la dose (relation linéaire entre la dose et le risque).

En conséquence, la CIPR recommande d'organiser la protection de façon à maintenir, pour les activités justifiées sur le plan social (principe de justification), toutes les expositions aussi bas qu'il est raisonnablement possible compte tenu des considérations économiques et sociales (principe d'optimisation), en dessous des limites d'exposition fixées par la réglementation (principe de limitation).

Sur la base des connaissances fournies par l'épidémiologie, un certain consensus existe sur le niveau de dose à partir duquel on a pu mettre en évidence un accroissement du risque de développer un cancer. Ce niveau de dose se situerait à environ 50 mSv pour les expositions délivrées dans un temps très court et de 50 à 100 mSv pour les expositions étalées dans le temps.

En ce qui concerne la relation entre la dose et le risque en dessous de ces valeurs, pour l'instant l'hypothèse de linéarité apparaît comme la plus appropriée même si, sur la base des résultats expérimentaux les plus récents de la biophysique et de la radiobiologie, certaines situations d'exposition particulières pour lesquelles la relation linéaire est majorante et d'autres pour lesquelles elle est minorante semblent exister.

Compte tenu des incertitudes qui demeurent encore, l'appréciation des risques pour la santé associés à de faibles niveaux d'exposition reste un sujet de controverse pour la communauté scientifique et les experts de la radioprotection. On peut distinguer trois positions :

- Les tenants de la première considèrent qu'en l'absence de preuves scientifiques sur les effets des faibles doses il convient de s'en tenir au respect des limites de doses. Ils critiquent en particulier certaines estimations quantitatives de risques pour les expositions en dessous de quelques dizaines de millisieverts. En France, cette position a été adoptée par l'Académie de Médecine ;
- Les tenants de la deuxième position recommandent d'adopter une position prudente excluant un seuil pour les faibles doses. Ils proposent donc une relation linéaire entre la dose reçue et la probabilité de développer un cancer, extrapolée à partir du domaine d'exposition pour lequel l'existence d'effets ne fait plus de doute. C'est la position sur laquelle se fonde toute la réglementation française actuelle ;
- Les tenants de la troisième contestent la linéarité sans seuil en s'appuyant sur certains résultats très récents de la radiobiologie qui mettent en évidence des phénomènes pouvant accréditer l'idée d'effets plus importants aux faibles doses que ceux estimés jusqu'ici. Les partisans européens de cette position ont créé en 1998 le « European Committee on Radiation Risk » (ECRR) pour faire valoir leurs arguments. Ce Comité qui rassemble des représentants de disciplines diverses, ainsi que des représentants associatifs, s'est transformé en Comité International (ICRR) en 2003.

Dans un tel contexte, la poursuite de la recherche en matière d'effets des rayonnements est un devoir impératif. En plus de l'expertise sur la production de connaissances sur les mécanismes fondamentaux, il est également important de maintenir une expertise en matière de gestion du risque radiologique afin de traduire sous forme de principes de conduite et d'actions concrètes sur le terrain les conséquences des avancées scientifiques. Il faut souligner, à ce stade, le rôle prépondérant qu'ont joué et continuent de jouer les organisations internationales en matière de suivi des connaissances scientifiques et d'élaboration des principes de radioprotection.

Le Comité Scientifique des Nations Unies sur les Effets des Radiations Atomiques (UNSCEAR) procède régulièrement à des synthèses exhaustives et critiques de tous les travaux publiés dans le monde en épidémiologie et en radiobiologie pour aboutir à un consensus sur l'évaluation du risque aux faibles doses. Ce consensus résulte de l'approbation des délégations scientifiques qui représentent l'ensemble des pays des Nations Unies.

Quant à la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), en s'appuyant largement sur les travaux de l'UNSCEAR, ainsi que sur ceux de l'Académie des Sciences des Etats-Unis (BEIR), elle élabore les principes de base et les modalités de mise en œuvre du système de protection qu'elle recommande, en particulier pour fixer les limites de dose pour maintenir le risque d'apparition d'effets stochastiques parmi les populations exposées à un niveau qu'elle juge acceptable compte tenu des considérations économiques et sociales du moment. La CIPR rassemble des experts de différentes disciplines de très nombreux pays sur la base d'un système de cooptation.

Critiquée dans les années quatre-vingt-dix pour son mode de fonctionnement et en particulier son manque de transparence, elle s'est engagée dans une politique de consultation systématique. Afin de bénéficier, entre autres, du retour d'expérience des professionnels de la radioprotection dans le monde, la CIPR s'appuie, dans un processus de consultation, sur le réseau international constitué par la quarantaine d'associations nationales de radioprotection, dont fait partie la Société française de radioprotection (SFRP), regroupées dans l'Association Internationale de Radioprotection (IRPA). Afin de simplifier la présentation du système de protection radiologique, la CIPR a engagé, depuis 1999, un processus de révision de ses recommandations qui devrait aboutir en 2005 à la publication de nouvelles recommandations.

III.1.2 Les enjeux

III.1.2.1 La recherche sur les effets des rayonnements, en particulier des faibles doses

La poursuite de la recherche dans le domaine de la radiobiologie comme celui de l'épidémiologie est un enjeu majeur pour l'avenir de la radioprotection. Si, de façon globale, l'évolution des connaissances au cours des vingt dernières années n'a fait que conforter le modèle linéaire sans seuil pour la gestion du risque aux faibles doses, les avancées les plus récentes de la radiobiologie et de l'épidémiologie mettent clairement en évidence des phénomènes nouveaux susceptibles à terme de faire évoluer de façon significative les modalités de gestion pratique de la radioprotection.

Compte tenu de son approche « macroscopique », l'épidémiologie n'a jusqu'ici mis en évidence que des tendances statistiques qui masquent très certainement des situations particulières. Il apparaît par exemple de plus en plus certain, au vu de résultats de la radiobiologie, que les individus ne sont pas égaux devant les rayonnements, et que des facteurs génétiques entrent en ligne de compte dans les mécanismes de défense contre les rayonnements. Si de tels résultats se confirment et qu'il devient possible d'identifier avec une bonne certitude les personnes radiosensibles, il conviendra alors de s'interroger sur les modalités permettant également de protéger efficacement les groupes les plus sensibles.

Il paraît donc souhaitable que la recherche en France soit présente dans tous les domaines qui concernent directement ou indirectement la radioprotection et que cette recherche se déploie de façon globale afin de couvrir toutes les disciplines, mais aussi toutes les situations d'exposition, qu'elles soient d'origine naturelle comme le radon par exemple ou bien d'origine artificielle. Les auditions du groupe ont permis d'identifier quelques domaines qui semblent prioritaires :

- la radiosensibilité individuelle ;
- les effets épigénétiques ;
- l'impact du radon sur les enfants et certaines personnes sensibles ;
- les interactions entre le radon et d'autres polluants ;
- les expositions internes chroniques ;
- les effets de synergie entre rayonnements et autres expositions dans le domaine professionnel ;
- les marqueurs biologiques.

Compte tenu de la complexité du domaine et de la grande interdépendance entre tous les facteurs qui peuvent intervenir à un titre ou à un autre dans le développement ou le non-développement des effets des rayonnements, il apparaît indispensable que la recherche fondamentale en radiobiologie et les travaux en épidémiologie soient coordonnés et bénéficient d'un soutien pour les orienter et définir des priorités en fonction des besoins qui peuvent naître, soit de certaines avancées scientifiques dans un domaine particulier qui peuvent avoir des implications importantes pour d'autres domaines, soit d'interrogations soulevées par des situations particulières sur le terrain ou par la veille sanitaire générale.

Les auditions menées par le groupe ont mis en évidence que les équipes de recherche ne communiquent pas beaucoup sur leurs résultats et que les informations nécessitent d'être plus analysées dans le contexte de la radioprotection. En outre, le fait que les résultats obtenus dans le domaine de la radiobiologie se trouvent la plupart du temps dispersés dans un grand nombre de journaux internationaux (anglo-saxons) et nationaux ne facilite pas cette analyse.

Il semble qu'il existe un réel problème de coordination dans ce domaine entre les institutions telles que le CNRS, l'INSERM, le CEA, l'IRSN ou l'InVS, qui fonctionnent encore largement de façon cloisonnée. Par ailleurs, il semble qu'il manque en France des mécanismes facilitant l'orientation des recherches en fonction des besoins et qu'il conviendrait d'engager une réflexion à ce niveau.

Il est évident que cette réflexion doit également s'inscrire dans le contexte international. La recherche sur les effets des rayonnements, et en particulier sur les faibles doses, se poursuit dans de nombreux pays et il est important que les institutions de recherche en France engagent des coopérations et des synergies avec les institutions de ces pays. En matière d'orientation des travaux, l'UNSCEAR peut jouer un rôle plus important que celui qu'il a joué jusqu'ici. A l'instar de certains pays qui s'appuient assez systématiquement sur les travaux de ce comité pour définir les priorités de leur recherche, une bonne coopération avec l'UNSCEAR devrait être source d'encouragement et d'initiation de nouvelles lignes de recherche en France.

III.1.2.2 La veille scientifique

Du fait des évolutions très rapides des techniques d'investigation dans le domaine de la biologie moléculaire au cours de la dernière décennie, on assiste depuis quelques années à une progression très forte de la production de connaissances en provenance de tous les compartiments de la radiobiologie, qui devrait encore se poursuivre en s'amplifiant. Sur le plan de l'épidémiologie, le suivi de cohortes de populations exposées engagé depuis plusieurs décennies dans certains cas, apporte régulièrement des connaissances nouvelles qui permettent d'affiner les modèles d'évaluation du risque. Cette tendance générale vaut au plan international comme sur le plan français.

A travers les auditions qu'il a menées, le groupe « Priorités en radioprotection » a pu cependant constater que, du fait d'un certain cloisonnement des laboratoires, il existe une difficulté pour avoir une bonne lisibilité sur l'état des connaissances à un moment donné ainsi que sur les nouvelles avancées qui sont susceptibles d'infléchir à terme les modalités de gestion du risque radiologique. Cette situation, outre le fait qu'elle n'est pas de nature à faciliter les débats sur les sujets qui restent controversés, induit une impression générale de non-transparence qui est très préjudiciable pour l'image de la recherche, et au delà pour tous ceux qui sont impliqués dans la radioprotection. Très concrètement, cette situation se traduit par une grande dispersion de l'information scientifique et une difficulté récurrente pour les pouvoirs publics comme pour les experts de la gestion du risque à disposer d'une assise scientifique solide et complète pour mener à bien leurs travaux et à pouvoir s'y référer.

Dans ces conditions, il a semblé prioritaire au groupe « Priorités en radioprotection » qu'un **dispositif de veille scientifique** de qualité soit rapidement mis en place en France. Ce dispositif devrait rassembler toutes les parties prenantes de la recherche et de l'expertise, dans un souci de transparence et de pluralisme. La mise en place d'un tel dispositif paraît d'autant plus importante que l'on assiste depuis très peu de temps, comme cela a déjà été souligné, à une accélération des avancées dans le domaine de la radiobiologie, et à un degré moindre en épidémiologie, qui pourraient à terme modifier très sensiblement la compréhension des mécanismes d'induction des effets des rayonnements et impliqueraient donc de revoir certains principes d'action.

L'encadré ci-après présente, à titre d'exemples, quelques avancées scientifiques récentes qui sont susceptibles d'avoir à terme un impact sur les modalités pratiques de mise en œuvre des principes de la radioprotection. Ces avancées concernent presque tous les domaines allant de l'interaction des rayonnements avec la matière jusqu'au processus de cancérogenèse en passant par les effets des faibles doses, les effets épigénétiques, la radiosensibilité individuelle et les interactions des rayonnements avec des substances cancérogènes.

Exemples de quelques avancées scientifiques récentes :

1. Induction de cassures dans l'ADN et d'aberrations chromosomiques par les implications des processus d'activation de la couche K et de libération des électrons Auger dans l'efficacité biologique (EBR) des rayonnements ionisants (voir Fayard B. et al. *Radiat Res.* 2002 Feb; 157(2): 128-40)
2. Possibilité d'induction de dommages de l'ADN par les électrons de faible énergie (< 10 eV) (Boudaiffa B. et al., *Science.* 2000 Mar 3; 287(5458): 1658-60)
3. Induction d'altérations des histones (H2AX) dans la chromatine et induction de cassures double brin dans l'ADN linéairement avec la dose par une très faible dose de 1,2 mGy (voir Rothkamm K, Löbrich M. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2003 Apr 29; 100(9): 5057-62.)
4. Réparation des dommages de l'ADN impliquant préalablement une signalisation qui est déclenchée entre autre par une phosphorylation de la protéine ATM (mutée dans le syndrome humain d'ataxie télangiectasie) à de faibles doses d'irradiation (voir Bakkenist CJ, Kastan MB. *Nature.* 2003 Jan 30; 421(6922): 499-506)
5. Existence d'un effet "bystander" qui implique que même les cellules non irradiées voisines des cellules irradiées dans un tissu peuvent être indirectement endommagées à la suite d'une irradiation. (voir Little, J.B. *Carcinogenesis* 2000; 21: 397-404).
6. Indications que l'EBR pourrait dépasser la valeur de 1 préconisée jusqu'à présent pour les rayons X mous (voir Goggelmann W. et al. *Radiat Environ Biophys.* 2003 Oct; 42(3): 175-82).
7. Variation de la radiosensibilité entre les individus d'une population en fonction de facteurs génétiques (voir Bishay K. et al. *Carcinogenesis* 2001; 22(8): 1179-1183, UNSCEAR 2000, Vol. II Effects, Annex F, III. Human Radiation Responses, pp. 26-33)
8. Rôle des délétions radio-induites dans les altérations des gènes du cancer (activation d'oncogènes et inactivation de gènes suppresseurs de tumeurs) (voir par exemple Lefevre S.H. et al. *Oncogène* 2001 ; Dec 6; 20(56):8092-8099, UNSCEAR report 2000, Vol. II: Effects, Annex F, pp.1-72)
9. Importance des mutations des gènes de surveillance, de signalisation et de réparation dans la prédisposition au cancer (voir UNSCEAR report 2000, Vol. II: Effects, Annex F, pp.1-72; UNSCEAR report 2000, Vol. II: Effects, Annex G, 73-176)
10. Importance de l'évolution d'un état hétérozygote vers un état homozygote et de l'induction d'une instabilité génomique dans le développement des cancers radio-induits (voir Little R.B. *Carcinogenesis* 2000; 21: 397-404, UNSCEAR 2000 report, Vol II: Effects, Annex F, pp. 1-72)
11. Effet aggravant de la fumée de tabac dans l'induction du cancer du poumon par le radon ou l'inhalation de radionucléides (voir BEIR VI report 1999, Washington DC).
12. Action cancérogène et aggravante des contaminations par les métaux lourds (Cd, Ni, Co, etc.) agissant comme inhibiteurs de la réparation des radiolésions (voir Hartwig A. et al. *Environm Health Perspect* 2002;110(5):797-799).

En conclusion, le groupe souligne l'importance que le dispositif de veille scientifique qui est recommandé ici s'articule avec les dispositifs qui fonctionnent déjà au niveau des organisations internationales comme l'UNSCEAR ou la CIPR.

III.1.2.3 L'expertise sur les principes de la gestion du risque radiologique

A elles seules, les avancées des connaissances scientifiques ne permettent pas de fixer les principes d'action pour gérer le risque radiologique. Comme tout management stratégique, ces actions doivent tenir compte d'autres facteurs parmi lesquels l'ingénierie, les progrès techniques, les données économiques et l'attitude de la société face aux risques.

Il n'y a pas donc pas une relation simple et directe entre les connaissances scientifiques à un moment donné et les principes pour l'action. La découverte d'un nouveau mécanisme au niveau cellulaire ne change pas forcément les principes d'action. De même, certains principes d'action peuvent se modifier sans qu'il y ait forcément une évolution des connaissances scientifiques. Le débat sur la limite de dose pour les effets stochastiques est une bonne illustration de ce point. Cette limite représente en effet le rapport entre un niveau de risque jugé acceptable par la société et l'estimation du risque. L'évolution des limites peut donc être justifiée, par exemple, soit par de nouvelles données épidémiologiques, soit parce que le niveau de risque jugé acceptable par la société a évolué. Cela revient à dire qu'une évolution des limites peut très bien être justifiée pour des raisons d'évolution des mentalités et des attentes sociales sans qu'interviennent des données scientifiques nouvelles.

Le groupe « Priorités en radioprotection » considère que l'expertise en matière de gestion du risque radiologique doit retenir l'attention des pouvoirs publics au même titre que celle relative aux connaissances scientifiques sur les effets de rayonnements. Dans ce contexte, il paraît souhaitable que l'expertise en matière de gestion du risque radiologique soit non seulement maintenue, mais sensiblement renforcée au niveau des autorités, des organismes d'expertise et plus largement parmi tous les acteurs qui se sentent concernés par la mise en œuvre de la radioprotection. Cet effort devrait se traduire d'abord par un renforcement des aspects de la gestion du risque dans les enseignements de la radioprotection, en mettant tout particulièrement l'accent sur la mise en œuvre des principes d'actions et plus particulièrement sur celui de l'optimisation en explicitant notamment toutes les exigences pour son application.

D'un point de vue plus général, il conviendrait d'engager des actions visant à favoriser l'émergence progressive d'une expertise élargie et partagée qui pourra servir de socle dans les années à venir pour faire évoluer les principes d'action et les modalités de gestion sur le plan à la fois national et international. L'organisation de forums d'information, d'échanges et de réflexions avec les scientifiques des grands organismes de recherche et les autres parties prenantes est un élément important. Dans cette perspective, l'IRSN pourrait jouer un rôle fédérateur dans l'organisation de formations, de groupes de travail et de manifestations en coopération avec toutes les parties prenantes. Comme pour la recherche scientifique, ces actions doivent être menées dans la transparence et le pluralisme.

Il faut signaler qu'il y a actuellement plusieurs réflexions en cours au niveau international dans lesquelles la France est peu présente. On peut citer par exemple le débat qui s'est engagé au cours des dernières années sur les principes de protection de l'environnement, ou encore celui sur l'implication des acteurs dans l'évaluation et la gestion du risque radiologique. La question ici n'est pas celle de la représentation dans les organisations internationales qui est relativement bien assurée, mais celle de la structuration en France d'une réflexion de qualité sur ces thèmes, et de la présence active des Français dans les manifestations internationales et dans les revues spécialisées.

III.1.2.4. L'information des acteurs de la radioprotection sur l'évaluation et la gestion du risque radiologique

La France a toujours été présente à travers des experts reconnus dans les organisations internationales qui élaborent les principes d'action et les modalités de gestion de la radioprotection, comme la CIPR, l'AIEA ou encore le CRPPH/AEN et la Commission Européenne. Leurs présences et leurs contributions sont souvent restées confidentielles. Le groupe "Priorités en radioprotection" propose que l'Autorité de radioprotection mette en place sous son autorité un processus d'information entre les acteurs de la radioprotection et les délégations françaises qui participent aux grandes organisations internationales qui structurent l'expertise en radioprotection : UNSCEAR, CIPR, CRPPH/AEN.

De même, pour les professionnels, des documents adaptés au champ de leur exercice devraient leur apporter une bonne connaissance de la réglementation, ainsi que des effets des rayonnements et des principes de la radioprotection. Cette perspective renforcerait l'engagement personnel et celui des organisations en faveur d'une radioprotection de qualité et la mise en œuvre du principe d'optimisation qui structure toute la législation.

De façon plus large, une personne auditionnée par le groupe a déploré l'absence de synthèses pour la presse en matière d'effets des rayonnements et de gestion du risque dans les divers domaines qui les concernaient. Ce constat explique, en partie, le manque de culture de radioprotection du public et le déficit des connaissances en matière d'information sur les fondements scientifiques et éthiques dans ce domaine.

Enfin, il faut souligner que cette information doit émaner de diverses sources afin d'assurer son pluralisme. Les chercheurs et les experts de la radioprotection, avec l'aide des pouvoirs publics, doivent se mobiliser pour contribuer à l'amélioration de la culture de radioprotection des professionnels et de toutes les parties prenantes, y compris le public, et contribuer ainsi à l'émergence d'une expertise pluraliste en matière d'évaluation et de gestion du risque radiologique.

III.1.3. Les recommandations

Sur le thème de l'expertise ont été auditionnés:

- **Pr. Jean-Marc COSSET**, Institut Curie, Paris ;
- **Dr Anne FLURY-HERARD**, CEA, DSV, CARMIN;
- **Dr Bernard DUTRILLAUX**, CEA, DSV, Direction de la recherche en radiobiologie ;
- **Mme. Annie SUGIER**, IRSN, Présidente du comité 4 de la CIPR ;
- **Pr. André AURENGO**, Chef du service central de médecine nucléaire hôpital de la Pitié Salpêtrière, Paris , Président de la section radioprotection du Conseil supérieur d'hygiène publique de France;
- **Mme Margot TIRMARCHE**, IRSN, Chef du laboratoire d'Epidémiologie.

Sur la base de ces auditions et des débats qu'elles ont suscités, le groupe « Priorités en radioprotection » propose les recommandations suivantes :

1. Poursuivre les efforts de recherche en France pour mieux connaître les effets des rayonnements sur la santé de l'homme et en particulier les effets associés aux faibles doses. Ces efforts doivent porter sur

tous les aspects qui relèvent du domaine de la radiobiologie (interaction rayonnement-matière, mécanismes de réparation, cancérogenèse...) ainsi que de l'épidémiologie. Certains thèmes paraissent cependant prioritaires, comme les effets des faibles doses à long terme et l'effet des expositions internes chroniques, l'effet du radon sur les enfants et certains groupes plus sensibles, la radiosensibilité individuelle.

2. Créer un réseau national de chercheurs scientifiques travaillant dans le domaine de la radiobiologie ou dans les domaines proches. Au-delà de l'échange d'information et de rencontres informelles dans le cadre du développement des travaux scientifiques, ce réseau pourrait servir d'appui aux autorités de la recherche en coopération avec les autorités et les experts de la radioprotection pour améliorer la coordination et l'orientation de la recherche des grands organismes de recherche (CNRS, INSERM, CEA, IRSN, INRA...) qui interviennent dans les domaines de la radiobiologie et de l'épidémiologie.

3. Créer un dispositif de veille scientifique permettant d'identifier rapidement puis de rassembler et diffuser les informations sur les nouvelles avancées dans les domaines de la radiobiologie et de l'épidémiologie.

- Compte tenu du contexte d'incertitude qui prévaut encore dans ces domaines et donc des divergences d'appréciation entre les scientifiques et les experts, il convient qu'un tel réseau fonctionne dans la transparence et le pluralisme, c'est-à-dire qu'il implique des chercheurs de sensibilités et d'horizons différents. Ce dispositif devrait s'articuler avec les structures déjà existantes au niveau de l'Académie des Sciences et de l'Académie de Médecine, les organismes de recherche et les diverses parties prenantes de la radioprotection (sociétés savantes et professionnelles, associations, opérateurs...).

-les administrations compétentes en matière de recherche et de radioprotection pourraient jouer un rôle de catalyseur et d'animateur au sein de ce dispositif. Afin d'enclencher le processus, il pourrait être envisagé d'organiser une manifestation permettant de rassembler tous les chercheurs et les experts afin de faire le point sur la situation actuelle. Une telle manifestation pourrait également servir de support pour dégager les priorités en matière de recherche pour les années à venir ;

- par ailleurs, ce dispositif de veille pourrait contribuer à l'information des institutionnels, des professionnels et de toutes les parties prenantes de la radioprotection à travers la production de notes d'information et de synthèse sur les développements les plus récents de la recherche. (Voir point 7 ci-après).

4. Renforcer l'expertise dans le domaine des principes d'action de la radioprotection ainsi que des méthodes et outils pour la mise en œuvre pratique de ces principes dans les diverses situations d'exposition. Il convient que les initiatives dans ce domaine s'inscrivent dans le cadre plus large de la gouvernance des activités qui induisent ces expositions et que les parties prenantes puissent donc être impliquées autant que faire se peut.

5. Favoriser le développement d'un dispositif permettant une interaction et un dialogue entre tous les acteurs de la radioprotection (chercheurs, experts, autorités, associations, opérateurs) et les délégués français impliqués dans les diverses organisations internationales qui interviennent en matière d'évaluation et de gestion du risque radiologique : UNSCEAR, CIPR, AIEA, AEN/CRPPH, CE.

6. Organiser la production et la diffusion régulière de notes, de plaquettes, éventuellement d'ouvrages sur les aspects scientifiques, éthiques et techniques de la radioprotection à l'usage des professionnels. Un effort particulier doit être fait pour mettre à la disposition de toutes les parties prenantes, en particulier les professionnels, les travailleurs exposés, les associations, les patients et le public au sens large, des informations claires et synthétiques sur l'état des connaissances en matière d'effets des

rayonnements, les principes de gestion du risque radiologique, le rôle des organisations nationales et internationales et la réglementation.

8. De façon générale, le groupe « Priorités en radioprotection » considère que les nouvelles autorités et organismes d'expertise de l'Etat devraient favoriser à travers leur organisation l'émergence d'une expertise pluraliste et accessible en matière d'effets des rayonnements ionisants et de principes de gestion de la radioprotection en favorisant l'engagement des diverses parties prenantes, en particulier les professionnels et les représentants du public, dans les dispositifs d'expertise qui assurent la veille scientifique et l'élaboration des principes d'action de la radioprotection.

III.1.4. Les priorités

Des recommandations figurant au § III.1.3, le groupe « Priorité en radioprotection » retient les priorités suivantes :

- mettre en place un dispositif de veille scientifique transparent et pluraliste chargé du suivi de l'évolution et de l'analyse critique des nouvelles données scientifiques susceptibles d'avoir un impact sur la radioprotection à court et à long termes ;
- établir un dialogue régulier entre les experts, en particulier ceux participant aux instances internationales, et les acteurs institutionnels concernés, et favoriser une diffusion de leurs travaux ;
- organiser la production et la diffusion régulière de notes techniques sur les aspects scientifiques, techniques et réglementaires de la radioprotection à l'usage des praticiens ;
- favoriser, chaque fois que possible, l'émergence d'une expertise pluraliste ouverte vers les professionnels et les associations à travers leur implication directe dans les instances de veille scientifique et de réflexion sur les principes d'action de la radioprotection.

III.2. Les formations en radioprotection

La formation en radioprotection a été évoquée à de nombreuses reprises et à des niveaux différents au cours des travaux du groupe. Aussi, il a semblé opportun d'individualiser ce thème et de présenter, sans être exhaustif, quelques aspects prioritaires.

Le groupe « Priorités en radioprotection » a procédé dans le cadre du thème de la formation à l'audition de :

- **M. Daniel AYRAULT**, professeur de biologie et de géologie au lycée du Bois d'Amour de Poitiers ;
- **M. Francis THUBE**, Directeur du Groupe Régional d'Animation et d'Initiation à la Nature et à L'Environnement (GRAINE) de Poitou-Charentes ;
- **M. Michel RICARD**, chargé de mission auprès du Premier Ministre.

Certaines propositions du groupe « Priorités en radioprotection » ont été suscitées par la visite du National Radiological Protection Board (NRPB) au Royaume-Uni et du Swedish Radiation Protection Authority (SSI) en Suède.

III.2.1. Le contexte et les enjeux

- **La matière à enseigner**

Les notions de radioprotection sont complexes. Elles reposent sur des notions de physique des rayonnements ionisants et sur leurs effets biologiques sur l'homme. Cette complexité est accentuée par les unités utilisées, parfois identiques pour mesurer des phénomènes différents (le sievert), exprimant des valeurs très faibles (le becquerel), ou par l'utilisation des unités anciennes (le curie ou le röntgen). De plus, il est difficile de vulgariser les différences existant entre les notions de doses comportant des risques potentiels pour l'organisme, modulées par le débit de dose, la nature du rayonnement ou les conditions d'irradiation, et celles préconisées par le législateur dans une logique de précaution. Ceci souligne les difficultés rencontrées dans l'enseignement de la biologie des radiations.

- **À qui l'enseigner ?**

L'enseignement s'adresse au public et aux professionnels.

Tout citoyen amené à être exposé aux rayonnements ionisants devrait pouvoir comprendre parfaitement l'information qui lui est délivrée. Sa formation devrait débiter tôt, dès les études secondaires, dans le cadre d'une « Instruction civique sur les facteurs environnementaux », et pourrait faire partie du bagage de culture générale.

La formation professionnelle devrait viser celle des professions médicales et paramédicales, des professionnels de radioprotection (PCR, PSRPM, DESS/Master de radioprotection...), des travailleurs dans les entreprises utilisatrices de rayonnements ionisants et des journalistes.

- **Comment l'enseigner ?**

Toute action de formation doit être accompagnée d'un contrôle des connaissances afin de s'assurer que les notions enseignées ont été bien acquises et assimilées. Cette formation initiale doit également être poursuivie par une formation continue où les notions sont reprises et actualisées. Ces règles générales sont à moduler en fonction des publics auxquels elles sont destinées et des conditions de formation.

Les organismes qui délivrent ces formations doivent faire l'objet d'un agrément.

III.2.2. La formation au cours de l'enseignement secondaire

En milieu scolaire, le contexte réglementaire est régi par le Bulletin Officiel du 30 août 2001. Il stipule : « Il est important, compte tenu de la difficulté d'appréhension du phénomène, de donner quelques ordres de grandeur de la radioactivité naturelle », et ajoute « mais aucun développement concernant l'absorption des rayonnements n'est au programme, ni les grandeurs ni les unités correspondantes ».

La formation au cours des études secondaires est limitée aux aspects physiques des rayons X et de la radioactivité, mais les unités ne sont pas obligatoirement enseignées, ni bien sûr les effets biologiques des rayonnements ionisants.

Il semble prioritaire au groupe de travail que la DGSNR engage une action forte auprès du Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation Nationale et de la Recherche pour que les programmes de l'enseignement secondaire soient revus et complétés par des notions de biologie des rayonnements ionisants et de leurs applications médicales. Les notions d'unités, d'expositions et de risques potentiels devraient être abordées. Les notions de radioprotection doivent faire partie du bagage de culture générale de la population et pourraient être dispensées dans le cadre d'une « Instruction civique sur l'environnement et le développement durable ».

III.2.3 La formation des professions médicales et paramédicales

Le contexte réglementaire

La directive 97/43 Euratom, en son article 7, traite de la formation initiale, théorique et pratique appropriée aux fins des pratiques radiologiques et des possibilités de formation continue pour les médecins et les dentistes. Elle est transposée en droit français sous forme de l'ordonnance¹² à l'adresse des autorités de la santé et de l'éducation nationale, et elle institue l'obligation de formation en matière de radioprotection des patients de tous les professionnels utilisateurs de rayonnements ionisants à des fins diagnostiques ou thérapeutiques. Elle instaure la co-responsabilité du prescripteur et de celui qui effectue l'examen.

Les notions de radioprotection étaient jadis enseignées au tout début des études médicales. Faute de rappels en cours d'études ou de mises en situation ou encore dans le cadre de la formation médicale continue, ces notions sont plus ou moins oubliées ou mal assimilées. Il s'avère nécessaire de renforcer cet enseignement et de le développer tout au long du cursus en l'adaptant à l'exercice médical.

Les Sociétés Savantes ont fait des propositions, et des textes réglementaires sont en cours d'élaboration dont voici le canevas général :

¹² Ordonnance no 2001-270 du 28 mars 2001 relative à la transposition de directives communautaires dans le domaine de la protection contre les rayonnements ionisants, J.O n° 77 du 31 mars 2001

- Premier cycle Médecine et Odontologie, PCEM 1 (cours de biophysique) : nature des rayonnements; interaction des rayonnements ionisants avec la matière, effets biologiques.
- Deuxième cycle, DCEM 3 : système de radioprotection et protection des patients et de la femme enceinte (dans le cadre de la réforme du deuxième cycle), mécanismes de la carcinogenèse et systèmes de réparation cellulaire (cours de cancérologie), formation au cours des stages hospitaliers, certificat de synthèse du deuxième cycle, préparation au concours de l'Internat.
- Troisième Cycle, médecins spécialistes utilisateurs de rayonnements ionisants (étude approfondie de la radioprotection avec des spécificités en fonction de la spécialisation).
 - Radiodiagnostic : niveaux de référence en radio-diagnostic (NRD) ; radiographies des femmes enceintes et des enfants...
 - Médecine nucléaire : protection du personnel soignant, de la famille du patient, gestion des déchets et effluents ...
 - Radiothérapie : protection des organes critiques en dehors du volume cible (surtout en haut débit), assurance de qualité, protection du personnel en curiethérapie.
 - Autres spécialités : cardiologie, gastro-entérologie, pneumologie, orthopédie ...
 - Médecins généralistes et autres spécialistes (situations cliniques).
- Formation médicale continue par les Sociétés savantes, les revues médicales, la DGSNR, l'IRSN, l'INSTN, la FE3R, le CEA et EDF ...
- Formations délivrées par les écoles paramédicales (Infirmières, Manipulateurs de radiologie, Techniciennes de laboratoire).

Les recommandations

- Renforcer l'enseignement de la radioprotection aux différentes étapes de l'apprentissage en s'aidant des situations précises et des exemples concrets, surtout pour les médecins généralistes et les professions paramédicales.
- Introduire des notions de radioprotection à l'examen de fin du deuxième cycle des études médicales et dans l'enseignement de santé publique.
- Introduire de nouvelles questions d'internat sur la radioprotection.
- Veiller à l'enseignement de la radioprotection dans les disciplines qui utilisent épisodiquement des rayonnements ionisants telles que la cardiologie, la gastro-entérologie, la pneumologie, l'orthopédie, etc...
- Sensibiliser le personnel hospitalier à la radioprotection et à la prise en charge de blessés contaminés.
- Dans le domaine médical, il faut saluer la prise de conscience de plusieurs disciplines qui ont décidé, accompagnées par leurs sociétés savantes, de renforcer l'enseignement de la radioprotection au cours du cursus des études et en formation continue.

III.2.4. La formation des professionnels de la radioprotection

Comme pour toute formation et plus particulièrement dans ce cadre, il convient d'adapter l'enseignement au niveau initial ainsi qu'à l'orientation professionnelle des candidats.

...Les métiers de la radioprotection...

Le contexte réglementaire

Aucun texte ne précise les différentes filières professionnelles dans le domaine de la radioprotection. Le groupe « Priorités en radioprotection », à la suite de ses visites au NRPB et au SSI, s'oriente vers une distinction entre les « métiers de conseil » dans le cadre du service public et des « métiers d'inspection ».

Dans ce cadre, la formation « professionnalisante » doit être de haut niveau (Bac+5), telle que celles correspondant au DEA / Master de Physique Médicale, au DEA / Master de Radiobiologie – Radiopathologie et au DESS / Master de Radioprotection, et plus pour ceux qui se destinent particulièrement au contrôle : l'Ecole Nationale de Santé Publique et les Ecoles de Mines qui forment de nombreux inspecteurs de l'ASN.

Une réforme de l'enseignement universitaire est actuellement en cours. Elle propose d'une manière générale en Europe un même découpage en trois niveaux : Licence, Master, Doctorat, avec pour chaque module d'enseignement une quantification en crédits d'enseignements interchangeables pour une même thématique (ECTS), permettant la libre circulation des étudiants selon des parcours de formation, initiale ou continue, personnalisés. Pour le domaine de la radioprotection, il existera par exemple, après le niveau Licence, un niveau Master avec un tronc commun d'une année à Bac plus 4 pour ces domaines aboutissant à des deuxièmes années de Master de Physique médicale, de Radioprotection ou de Physicien-Qualiticien Biomédical (PQB) ; ces études pourront être complétées par un doctorat. Un point important est donc que ces formations pourront aussi être accessibles par la formation continue, module par module.

La formation des personnes compétentes en radioprotection a été récemment modifiée par l'arrêté du 29 décembre 2003 relatif aux modalités de formation de la personne compétente en radioprotection et de la certification du formateur. Le contenu de cette formation couvre tous les domaines (sources scellées et non scellées, et générateurs de rayons X) et s'étend sur 15 jours. Une telle formation ne peut s'adresser qu'à des personnes qui auront à prendre en charge tous les types d'applications, la spécificité pouvant s'envisager au niveau industriel ou médical/recherche.

Cela ne règle pas le problème au niveau des petites structures (cabinet dentaire, service de radiologie, labo de recherche ...) où une formation plus courte, plus ciblée et moins fondamentale est nécessaire. Aussi, dans le cadre des réflexions sur la PCR (§ I.2.4), il a été proposé 2 niveaux : référent en radioprotection et PCR. La première catégorie pourra bénéficier d'une formation courte (1 à 3 jours en fonction du domaine d'activité) et la deuxième catégorie sera concernée par une formation s'inspirant de celle prévue dans l'arrêté du 29 décembre 2003. Il convient de mettre en place ces différents niveaux de formation, tout en prenant en considération les acquis lors de la formation initiale ou de toute autre formation spécialisée.

Les recommandations

- former des cadres de radioprotection de haut niveau (Bac+5) qui pourraient prétendre à l'appellation de personne compétente en radioprotection ;
- réserver la fonction de référent en radioprotection aux agents ayant une expérience professionnelle dans le domaine des rayonnements ionisants et après une courte formation spécialisée ;
- vérifier que les connaissances acquises au cours de ces formations soient bien utilisées en pratique et maintenues au cours du temps.

... la formation des travailleurs...

Le contexte réglementaire

Le décret du 31 mars 2003 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants stipulent que, sous la responsabilité de l'employeur, la personne compétente en radioprotection participe à l'information du travailleur sur les risques potentiels pour la santé de l'exposition aux rayonnements ionisants ainsi que sur les autres facteurs de risques susceptibles de les aggraver. L'employeur doit également s'assurer que les conditions de radioprotection sont bien respectées par l'employé.

Dans ce contexte, la responsabilité de l'employeur est engagée même si les consignes de radioprotection ne sont pas respectées par le travailleur, contrairement au Royaume-Uni et en Suède où la responsabilité individuelle du travailleur est engagée dans ce cas.

Les personnes d'entreprises extérieures évoluant sur les sites nucléaires bénéficient de la formation CEFRI dont le contenu et la forme devraient être revus et adaptés au niveau initial de l'agent, à son niveau de compréhension linguistique et aux tâches auxquelles il est destiné.

Les recommandations

- Elaborer des documents clairs et parfaitement compréhensibles aussi bien pour l'employeur que pour le travailleur sur les aspects pratiques d'application des textes réglementaires en matière de radioprotection.
- Veiller à ce que soit effective l'obligation de l'employeur en matière de formation interne adaptée telle que l'impose le code du travail.

III.2.5. La formation des journalistes

Il est important de souligner le rôle que les médias occupent actuellement dans la diffusion de l'information et souvent de la connaissance auprès de la population. Pour que le message diffusé soit clair et objectif, apportant des précisions nécessaires à la compréhension de l'événement et de sa mise en perspective, la formation auprès des écoles de journalisme doit être renforcée dans le cadre de l'« Instruction civique sur les facteurs environnementaux ».

III.2.6 Les priorités

Considérant les différentes recommandations développées dans les §III.2.2, III.2.3 et III.2.4, le groupe « Priorités en radioprotection » émet les priorités suivantes :

- engager une action forte auprès du ministère chargé de l'éducation nationale pour que les programmes de l'enseignement secondaire intègrent les bases physiques et biologiques des effets des rayonnements ionisants, leurs diverses applications et la radioprotection dans le cadre d'une instruction civique à l'environnement et au développement durable ;
- définir, en s'inspirant des expériences internationales, les différents métiers de la radioprotection avec les niveaux de formation correspondants, alliant cursus académique et valorisation des acquis par l'expérience professionnelle (VAE) ;
- veiller à la mise en place d'une formation initiale et continue des professionnels de santé non exclusivement réservée aux utilisateurs des rayonnements ionisants mais destinée également aux prescripteurs ainsi qu'aux professions médicales et paramédicales utilisant épisodiquement les rayonnements ionisants, ayant une responsabilité de soins (ex. dentistes, vétérinaires, infirmières...), de santé publique (ex. médecins du travail) ou de recherche.

III.3. Orientations pour une radioprotection vigilante et responsable

III.3.1. La perception du risque et la confiance sociale

Si l'on examine les préoccupations des Français en matière d'exposition aux rayonnements, ce sont les conséquences d'un accident nucléaire et l'impact potentiel des déchets radioactifs sur les générations futures qui viennent largement en tête. Les rejets radioactifs des installations sont une source de préoccupation pour les riverains, et de façon plus générale la qualité radiologique de l'environnement est également un thème qui préoccupe certains groupes qui s'intéressent à la problématique du développement durable.

Il faut par ailleurs souligner que le radon dans les habitations, qui est la principale source d'exposition de nombreux Français, ne soulève pratiquement pas d'interrogations particulières. Enfin, dans le domaine des expositions professionnelles, la situation des travailleurs itinérants revient de façon assez récurrente sur le devant de la scène.

La hiérarchie des préoccupations apparaît donc inverse de celle qui résulte de l'examen des niveaux d'exposition individuels et collectif. Il s'agit d'un constat maintes fois souligné. L'explication qui a longtemps été avancée pour comprendre cette distorsion entre le risque « objectif », c'est-à-dire celui qui est évalué par les experts, et le risque « perçu » par le grand public, est celle d'une perception erronée du risque du fait de multiples facteurs attachés à la nature de ce risque ainsi qu'aux activités qui lui donnent naissance. Le fait en particulier que le risque ne soit pas pris volontairement par les individus mais subi par eux est ainsi considéré comme un des facteurs structurants de cet écart de perception.

Ce constat a conduit très logiquement à se poser la question de savoir comment développer dans le grand public une appréciation des risques plus conforme à celle fondée sur la quantification du risque. Dans cette perspective, de nombreux efforts d'information ont été déployés au cours des dernières décennies, mais l'expérience a montré que ces efforts n'avaient eu qu'un effet assez marginal.

Afin de comprendre cet échec relatif, les réflexions et les études menées dans les années quatre-vingt-dix aux Etats-Unis comme en Europe dans le domaine de la gestion sociale des activités à risque ont progressivement mis en évidence que le ressort essentiel de l'attitude des non-experts par rapport aux risques auxquels ils sont soumis est largement dépendante de la confiance sociale qu'ils accordent aux organisations et aux personnes qui sont en charge des activités qui génèrent ces risques. Cette situation s'explique essentiellement par le fait que, dans les sociétés développées, chaque personne est obligée de s'en remettre aux autres et à des organisations spécialisées pour la gestion des risques.

Lorsque des événements ou plus simplement des informations viennent affecter la relative confiance dans laquelle chacun s'installe pour pouvoir vaquer normalement à ses occupations, il est inévitable et normal que cette confiance placée dans les acteurs en charge de la sécurité des systèmes socio-techniques soit réévaluée et qu'entre autres soit reposée la question de la justification sociale de ces systèmes. En d'autres termes, la quiétude vis-à-vis des risques ne peut se construire que dans un climat de confiance sociale.

Dans une telle perspective, les controverses et les conflits sur le risque radiologique qui régulièrement font irruption dans notre société à l'occasion d'événements non prévus ou d'informations alarmistes nouvelles, fondées ou non, concernant les activités qui génèrent des expositions radiologiques, sont

moins dues à l'ignorance ou l'irrationalité du grand public qu'à un déficit de confiance sociale et à un questionnement sur la justification des activités. On comprend aussi pourquoi, en l'absence de confiance sociale, les efforts d'information n'ont qu'une portée limitée.

Dans un tel contexte, le principal enjeu est d'établir les bonnes conditions pour que l'exercice de ces différentes fonctions se déroule dans la transparence et le pluralisme qui sont les conditions de base de la confiance sociale, au delà d'apporter à la population toutes les informations et les éclairages qu'elle est en droit d'attendre sur les modalités de surveillance et de contrôle des activités qui génèrent des expositions et sur les caractéristiques et les effets de ces dernières. Dans le domaine de la radioprotection de la population, les modalités de gouvernance des activités sont donc aussi importantes, sinon plus, que les mesures réglementaires, organisationnelles et techniques qui assurent en dernier ressort la qualité de la protection de chacun.

III.3.2.L'expertise pluraliste

L'expérience du Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (GRNC) à la fin des années quatre-vingt-dix a marqué un tournant dans le domaine de l'expertise en matière d'évaluation du risque radiologique en France, en ouvrant la voie à l'expertise dite pluraliste. Cette expérience est née dans le contexte d'une vive controverse qui a traversé les milieux scientifiques et nucléaires de l'époque, à la suite de la publication de travaux épidémiologiques qui émettaient l'hypothèse d'une possible relation causale entre le développement de leucémies parmi les enfants de la région de La Hague et l'exposition due aux rejets radioactifs des diverses installations nucléaires implantées dans cette région.

Après une première tentative de réponse des pouvoirs publics fondée sur l'expertise classique qui a rapidement montré ses limites, le GRNC s'est constitué avec le double souci d'apporter à la fois un éclairage scientifique et critique aussi exhaustif que possible sur la situation et d'associer à cette démarche des représentants de la société civile locale, d'une part, à travers une participation directe des experts locaux aux travaux du groupe et, d'autre part, en maintenant un dialogue constant avec la population locale.

Pendant deux années, des experts d'instituts français et étrangers, du mouvement associatif local et national et de l'industrie nucléaire ont, en commun, construit une méthodologie, rassemblé et analysé une masse importante de données et confronté leurs points de vue sur la façon d'évaluer les modalités d'exposition des populations concernées. Malgré les réserves formulées par certains membres du GRNC en ce qui concerne l'appréciation des résultats et le refus par les experts d'un des mouvements associatifs de s'associer aux conclusions du groupe, cette expérience a permis de faire la synthèse de données dont certaines n'étaient pas jusque là intégrées dans les études d'impact et de fournir une évaluation de l'impact sanitaire potentiel de l'exposition aux rayonnements ionisants imputable aux rejets des installations nucléaires partagée par tous les autres acteurs.

Ce résultat n'a pu être obtenu que par une modification en profondeur des modalités de mise en œuvre de la démarche classique de l'expertise. Plus qu'une consultation élargie, le GRNC a permis de développer une réelle coopération entre des experts ne partageant ni les mêmes valeurs ni les mêmes enjeux. La principale innovation a résidé dans les règles de coopération du groupe qui ont été discutées, puis appliquées tout au long de l'expertise : traçabilité des travaux, mise à disposition des informations pour tous les membres, non-confidentialité des débats et liberté de communiquer avec l'extérieur.

Dans un contexte de controverse scientifique et d'inquiétude sociale, les démarches d'expertise pluralistes peuvent indéniablement renforcer la qualité des évaluations de risque et par conséquent leur crédibilité. L'ancrage local, lorsqu'il s'agit de problèmes qui concernent un territoire et un groupe de population particulier, permet de rétablir des liens entre l'action, le vécu quotidien et le risque et donc

de donner aux acteurs sociaux la capacité de construire leur propre jugement et d'éventuellement se responsabiliser par rapport à la prise de risque. Pour le décideur public, l'expertise apporte des éléments techniques mais aussi un éclairage de la situation qui lui donne la possibilité d'entrevoir les conséquences possibles de ses décisions pour les divers acteurs impliqués.

III.3.3. Les recommandations

A la lumière des auditions réalisées dans le cadre de cette expertise, notamment celles ayant trait à la radioprotection de la population (§I.3), à l'expertise (§III.1) et à la formation (§III.2), le groupe « Priorités en radioprotection » pense que, au-delà des propositions qu'il a émises pour améliorer et développer la radioprotection dans tous les domaines, il convient aussi d'engager des actions sur le plan « culturel » en vue de dépasser certaines pesanteurs et certaines ambiguïtés qui se sont souvent révélées un frein pour la radioprotection, et parfois ont largement entamé le capital de confiance sociale parmi la population.

La radioprotection n'est pas seulement une affaire de science mais aussi de choix et de décisions intervenant assez souvent dans un contexte d'incertitude. Elle relève donc du politique au sens noble du terme. La radioprotection est une discipline qui procède d'une dimension médicale mais aussi de dimensions qui relèvent des sciences de l'ingénieur, de l'économie, du droit, des sciences sociales et finalement de l'éthique.

Dans cette perspective, le groupe a essayé d'ouvrir quelques pistes de réflexion en s'appuyant notamment sur les principes qui ont émergé en Europe au cours des dernières années en matière de nouvelle « gouvernance » des activités à risque : principe de précaution, transparence de la communication, confiance sociale, développement durable, débat public. Ces principes structurent désormais le champ dans lequel il convient d'évaluer et gérer le risque radiologique.

Sur ce thème, le groupe a auditionné :

- **M. Gilles HÉRIARD DUBREUIL**, Expert en gestion sociale des risques, Mutadis Consultants ;
- **M. Yves MISEREY**, Journaliste au Figaro.

A la suite de ces auditions et après discussion, le groupe « Priorités en radioprotection » a estimé nécessaire de présenter plusieurs recommandations de portée générale dont l'objectif s'inscrit dans une perspective de partage des connaissances en matière de risque entre tous les acteurs :

1. le principe d'optimisation, inscrit depuis mars 2001 dans la partie législative de la santé publique, stipule que « l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants et doit être maintenue au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de l'état des techniques, des facteurs économiques et sociaux et le cas échéant de l'objectif médical recherché ». Sa mise en œuvre et le contrôle de son application devraient réduire les doses reçues par le public, les patients et les travailleurs. Cette démarche engage les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants, qu'ils soient industriels, médecins ou chercheurs, mais aussi les pouvoirs publics chargés notamment d'affecter les ressources en matière de santé publique. Ce même principe devrait être appliqué dans tous les domaines, sans exclusive, partout où les expositions peuvent être maîtrisables ;
2. face à une demande sociale de plus en plus exigeante, dans un contexte de doute de la crédibilité du discours officiel, aussi bien celui des pouvoirs publics que des scientifiques, de nouvelles formes de concertation avec tous les acteurs, dans le cadre d'un débat public, basées sur la

transparence, la démocratie et le pluralisme de l'expertise, devraient être expérimentées. Cette demande vaut pour toutes les activités à risque ; la radioprotection devrait montrer l'exemple ;

3. la communication, en particulier celle des pouvoirs publics, l'information des citoyens sur le risque des rayonnements ionisants la formation des acteurs de la radioprotection méritent également des nouvelles formes de concertation associant « les parties prenantes » ;
4. les structures de contrôle et d'expertise en matière de radioprotection ont été profondément transformées depuis 2002. Leur mise en place étant achevée, tant du côté de l'IRSN que de l'ASN, il faudra sans trop attendre évaluer l'efficacité du nouveau dispositif et apporter les compléments nécessaires pour améliorer son efficacité, la coordination des administrations centrales concernées (DGSNR, DRT, AFSSAPS) méritant une attention particulière ;
5. parallèlement au renforcement programmé des moyens d'inspection, les activités de conseil auprès des utilisateurs, sous forme de prestations ou d'outils pratiques de gestion, doivent être développées, notamment sous forme d'activités de service public. La mise à jour complète de la réglementation de la radioprotection en cours d'achèvement, d'une plus grande complexité que la précédente, justifie ce besoin ;
6. l'analyse des expériences étrangères, notamment dans les pays de l'Union européenne, et la concertation entre entités homologues doivent faire partie intégrante des méthodes de travail des administrations en charge du contrôle de la radioprotection ;
7. constatant la faiblesse de l'impact de l'expertise française dans les instances internationales de radioprotection, il devient urgent d'organiser les échanges entre les différentes unités engagées en France dans des travaux de recherche en relation avec la radioprotection. Cet échange devra organiser une véritable veille scientifique et informer experts et décideurs de l'évolution des nouvelles données scientifiques, quitte à procéder périodiquement à une analyse critique de ces données.

III.3.4. Les priorités

Parmi les recommandations précédentes, le groupe « Priorité en radioprotection » retient les priorités suivantes :

- centrer le débat d'expertise actuel en matière de radioprotection sur la réduction des doses reçues par les personnes (le public, les patients et les travailleurs). Ce débat doit être réalisé dans tous les domaines, sans exclusive, partout où les expositions peuvent être maîtrisées ;
- mettre en place de **nouvelles formes de concertation avec « les parties prenantes »** et de prise de décision, basées sur la transparence, la démocratie et le pluralisme de l'expertise.

CONCLUSION

Au terme de ce travail, fruit de nombreuses auditions, de discussions avec les personnalités extérieures invitées et de débats internes, le groupe « Priorités en radioprotection » a dégagé des priorités assorties d'argumentaires, de recommandations et de quelques propositions d'actions pour faire progresser, à plus ou moins long terme, la radioprotection en France.

Sur la base de ces travaux, le groupe propose aux pouvoirs publics de bâtir un plan d'actions pour les années à venir, en considérant les trois orientations suivantes :

I. – La première orientation vise à améliorer le niveau général de la radioprotection des travailleurs et de la population, notamment hors installations nucléaires de base, mais aussi de la protection des patients exposés à des fins médicales.

Dans un premier temps, il apparaît utile de souligner l'intérêt des actions en cours engagées dernièrement par les pouvoirs publics ; doivent ainsi être mentionnés :

- le système centralisé des résultats de la surveillance de l'exposition des travailleurs (SISERI) en cours de mise en place,
- le plan d'actions sur la surveillance de l'exposition des patients aux rayonnements ionisants arrêté en décembre 2003,
- le plan national de gestion des déchets radioactifs initié en 2003,
- le réseau national de surveillance radiologique de l'environnement en cours de constitution,
- le futur plan national santé environnement qui devrait prendre en compte la question du risque lié au radon, tant sous l'angle de la recherche que sous celui de l'amélioration de la qualité de l'air dans l'habitat.

A coté de ses différents travaux en cours, des améliorations peuvent être obtenues par la mise en œuvre d'une série d'actions que le groupe s'est attaché à identifier à répertorier, en dégageant les actions dont l'intérêt apparaît immédiatement prioritaire (un récapitulatif de ces actions prioritaires est joint en annexe). Certaines de ces actions pourraient être mises en œuvre sans attendre (ex : le renforcement de la qualité et le contrôle de la radioprotection des sources mobiles de haute activité, en particulier dans le domaine de la gammagraphie industrielle, ou la mise en place d'un dispositif d'information et de conseil des médecins et des patientes confrontés à un problème d'exposition aux rayonnements ionisants au cours de la grossesse) ; d'autres engageront le travail des pouvoirs publics sur plusieurs années (ex : élaboration d'un programme officiel pour définir une stratégie de gestion sociale et économique des territoires éventuellement contaminés suite à un accident nucléaire ou à un acte de malveillance).

De plus, parallèlement au renforcement programmé des moyens d'inspection, les **activités de conseil** auprès des utilisateurs, sous forme de **prestations, d'outils** ou **guides pratiques** de gestion, doivent être développées, notamment dans le cadre du service public. La mise à jour complète de la réglementation de la radioprotection, en cours d'achèvement, d'une grande complexité, justifie ce besoin.

Pourquoi essayer d'inventer ce qui fonctionne déjà à l'étranger ? **L'analyse des expériences étrangères**, notamment dans les pays de l'Union européenne, et la concertation entre entités

homologues devront faire **partie intégrante des méthodes** de travail des administrations en charge du contrôle de la radioprotection.

La réglementation a été entièrement mise à jour en 2002 et 2003. Dans un souci de **simplification**, les administrations en charge de cette réglementation (DGSNR et DRT) doivent se soucier de **sa réelle application** et envisager déjà des modifications ponctuelles à la lumière du **retour d'expérience**, en mettant en avant la **responsabilité première de l'utilisateur**. La DGSNR semble vouloir s'engager dans ce processus; il serait souhaitable que la DRT adopte un processus similaire.

Les structures de contrôle et d'expertise en matière de radioprotection ont été profondément transformées depuis 2002. Leur mise en place étant achevée, tant du côté de l'IRSN que de l'ASN, il faudra, sans trop attendre, évaluer l'efficacité du nouveau dispositif et apporter les compléments nécessaires pour améliorer son efficacité, la coordination des administrations centrales concernées (DGSNR, DRT, AFSSAPS) méritant une attention toute particulière.

II. - Le **deuxième orientation à retenir** demande la **coopération de plusieurs partenaires** d'horizons divers ; il concerne la recherche et la formation.

Les données sans cesse évolutives de la radiobiologie expérimentale, de la génétique, de la biologie moléculaire permettent de mieux comprendre les mécanismes d'action des rayonnements ionisants, de la réparation des radiolésions, de la radiosensibilité individuelle, mais laissent en même temps la perspective de nouveaux phénomènes pouvant intervenir dans ces mécanismes. De même, un nombre sans cesse croissant d'études épidémiologiques collige des données importantes dont certaines demandent à être complétées et validées.

Certes, de nombreux organismes nationaux et internationaux assurent l'enregistrement de ces données et la réflexion sur la « doctrine » à adopter face à cette évolution des connaissances. Sur le plan national, il a semblé opportun de suggérer de créer un réseau permettant de mettre en perspective ces données actualisées. La diffusion de ces connaissances reste pour l'instant trop confidentielle.

L'enseignement, dès les études secondaires, des bases physiques et biologiques des effets des rayonnements ionisants, et leurs diverses applications à la radioprotection ont été considérés prioritaires dans le cadre d'une instruction civique à l'environnement et au développement durable. Cette formation concerne l'ensemble des citoyens. L'amélioration du niveau des connaissances apportera une meilleure compréhension de l'information.

Ces mesures qui concernent la réflexion sur la mise en place **d'une veille scientifique**, l'action pour une **formation en radioprotection du public** dès la période scolaire, et le renforcement de la **participation française dans les instances internationales**, demanderont une harmonisation et une réelle détermination des différentes parties prenantes pour les faire aboutir.

III . - Enfin, la **troisième orientation**, considéré comme essentielle par le groupe, concerne **l'implication de tous les acteurs – et notamment de la population** - dans une démarche de vigilance et de responsabilisation vis-à-vis du risque lié aux rayonnements ionisants au même titre que des autres risques environnementaux.

Cette action fait appel à l'ensemble des intervenants dans ce domaine complexe car la radioprotection se base non seulement sur la recherche fondamentale et appliquée, les études épidémiologiques et

statistiques, les avancées médicales et biologiques, l'ingénierie et la technologie, mais également sur les sciences sociales et juridiques, les données économiques et sociales.

La qualité de l'information, son exigence de transparence, la possibilité à tout moment de la vérifier contribueront à l'instauration d'un climat de confiance sociale qui paraît actuellement en déficit.

Plusieurs voies sont offertes dans ce qui procède de la volonté d'une **implication des acteurs** dans ce cadre et qu'il est convenu d'appeler désormais la « **nouvelle gouvernance** » :

- la mise en place progressive des conditions de renforcement du **pluralisme** et de la **concertation** dans toutes les situations pour lesquelles il y a des incertitudes et des points de vue qui divergent ;
- l'apport d'une **information** complète et objective à la demande des citoyens, en favorisant leur capacité de compréhension des situations et des enjeux qui les caractérisent ;
- la sensibilisation des individus à **l'élimination des risques inutiles** et un **débat public** face aux choix de société représentent une entreprise de longue haleine dans laquelle tous les acteurs concernés auront un rôle important à jouer, notamment les médias et les politiques.

Ces actions pourraient permettre de dépasser certaines pesanteurs et ambiguïtés qui se sont souvent révélées être un frein pour la radioprotection et ont parfois largement entamé le capital de confiance sociale dans la population, empêchant ainsi le développement d'une véritable « **culture de radioprotection** ».

C'est à ce prix que peut être obtenue la confiance du public face à toute décision des pouvoirs publics.



Le débat sur l'expertise pluraliste d'aujourd'hui en matière de radioprotection est centré sur la problématique de réduction des doses reçues par la population (patients et travailleurs inclus) en vertu du principe d'optimisation, lui-même basé sur le principe de précaution.

Toutefois, en vertu de ces principes, le « risque zéro » n'est pas une option possible étant donné les nombreux bénéfices reconnus des rayonnements ionisants pour la société. Les pouvoirs publics – en charge d'affecter les allocations de ressources en matière de santé publique – peuvent être en conséquence conduits à effectuer des choix. De tels choix ne peuvent intervenir qu'au terme d'un processus de réelle concertation, car inévitablement ils impliquent des arbitrages entre des intérêts différents et parfois divergents.

Pour répondre à ces recommandations, le groupe «Priorités en radioprotection» invite les pouvoirs publics à planifier les actions nécessaires. Il suggère que périodiquement soit effectué un état d'avancement des travaux correspondants.

RAPPEL DES PRIORITES

La gestion des sources radioactives :

- renforcer la qualité et le contrôle de la radioprotection dans le domaine des sources mobiles de haute activité, en particulier dans le domaine de la gammagraphie industrielle ;
- rendre exhaustif l'inventaire national des sources radioactives scellées ;
- organiser et financer, dans le cadre de la préparation du Plan National de Gestion des Déchets Radioactifs, l'élimination des sources radioactives scellées mises en service avant mars 1990 ;
- définir les conditions (activité, période, radiotoxicité...) suivant lesquelles l'élimination directe de sources scellées en déchet ordinaire, après décroissance, serait possible ;
- redéfinir les conditions de gestion et d'élimination des déchets et effluents issus de l'emploi des sources non scellées, hors INB.

L'exposition des travailleurs

- rédiger rapidement, en concertation avec les parties prenantes, des guides pratiques d'application de la nouvelle réglementation relative à la radioprotection des travailleurs (acteurs, optimisation, zonage, surveillance des expositions...);
- porter une attention particulière à la problématique de la radiologie interventionnelle (doses élevées, dosimétrie difficile, attitudes peu favorables à la protection) ;
- tenir les échéances pour la mise en place d'un système centralisé des résultats de la surveillance de l'exposition des travailleurs (SISERI) en tenant compte d'une typologie d'activités professionnelles suffisamment fine et programmer la reprise de l'historique des données dosimétriques ;
- dans l'optique d'une harmonisation ultérieure à l'échelle européenne, donner un caractère opérationnel aux dispositions réglementaires existantes relatives à la gestion individuelle des expositions des travailleurs itinérants ;
- engager une réflexion sur les métiers de la radioprotection hors INB (en particulier la PCR) en précisant la formation, les domaines de compétences et l'organisation des conditions d'intervention, quitte à faire évoluer la réglementation actuelle ;
- engager une réflexion sur les rôles respectifs de l'entreprise « utilisatrice » et de l'entreprise « extérieure », en particulier dans le cadre de l'application du principe d'optimisation.

Sur un certain nombre de points il conviendra d'envisager de faire évoluer la réglementation actuelle et de s'inspirer d'exemples pratiques étrangers, en particulier européens.

L'exposition de la population

- poursuivre les recherches sur l'estimation du risque lié au radon en population générale et poursuivre, en parallèle, la réflexion sur l'établissement de normes de construction pour l'habitat neuf et sur la réduction des expositions dans les habitations présentant des concentrations élevées ;
- renforcer les dispositions existantes par la définition d'une stratégie de gestion sociale et économique des territoires contaminés en cas d'accident ou d'acte de malveillance entraînant une

exposition durable de la population, en milieu urbain ou agricole, prenant en compte le suivi sanitaire des populations, le suivi radiologique de l'environnement et des denrées alimentaires ;

- favoriser, dans le cadre de la constitution du Réseau National de Surveillance Radiologique de l'Environnement, l'émergence de pôles régionaux pour la mesure et la surveillance de la radioactivité en relation avec le milieu universitaire et associatif ;
- renforcer une politique d'information sur les rejets d'effluents radioactifs des installations nucléaires, industrielles, médicales et de recherche, ainsi que des impacts dosimétriques associés.

Radioprotection des patients

- développer rapidement, avec les professionnels, les modalités d'évaluation et de contrôle de la mise en œuvre des principes de justification et d'optimisation, sur la base des référentiels et guides établis par les sociétés savantes. Ces référentiels devront notamment statuer sur la pertinence d'exams systématiques demandés en particulier par les fédérations sportives, les assurances, voire les pouvoirs publics ;
- concevoir des systèmes d'information sur les doses d'exposition des patients, en collaboration avec les différents acteurs et instances concernés ;
- rendre obligatoire, pour les installations nouvelles et existantes, un dispositif informant de la quantité de rayonnements émise lors d'une procédure de radiopédiatrie ;
- mettre en place un dispositif d'information et de conseil (type n° vert) des médecins et des patientes confrontés à un problème d'exposition aux rayonnements ionisants au cours de la grossesse ;
- vérifier la pertinence d'exams radiologiques demandés en particulier par les fédérations sportives, les assurances, voire les pouvoirs publics.

L'expertise en radioprotection

- mettre en place un dispositif de veille scientifique transparent et pluraliste chargé du suivi de l'évolution et de l'analyse critique des nouvelles données scientifiques susceptibles d'avoir un impact sur la radioprotection à court et à long termes ;
- établir un dialogue régulier entre les experts, en particulier ceux participant aux instances internationales, et les acteurs institutionnels concernés, et favoriser une diffusion de leurs travaux ;
- organiser la production et la diffusion régulière de notes techniques sur les aspects scientifiques, techniques et réglementaires de la radioprotection à l'usage des praticiens ;
- favoriser, chaque fois que possible, l'émergence d'une expertise pluraliste ouverte vers les professionnels et les associations à travers leur implication directe dans les instances de veille scientifique et de réflexion sur les principes d'action de la radioprotection.

L'éducation et la formation en radioprotection

- engager une action forte auprès du ministère chargé de l'éducation nationale pour que les programmes de l'enseignement secondaire intègrent les bases physiques et biologiques des effets des rayonnements ionisants, leurs diverses applications et la radioprotection dans le cadre d'une instruction civique à l'environnement et au développement durable ;

- définir, en s'inspirant des expériences internationales, les différents métiers de la radioprotection avec les niveaux de formation correspondants, alliant cursus académique et valorisation des acquis par l'expérience professionnelle (VAE) ;
- veiller à la mise en place d'une formation initiale et continue des professionnels de santé non exclusivement réservée aux utilisateurs des rayonnements ionisants mais destinée également aux prescripteurs ainsi qu'aux professions médicales et paramédicales utilisant épisodiquement les rayonnements ionisants, ayant une responsabilité de soins (ex. dentistes, vétérinaires, infirmières...), de santé publique (ex. médecins du travail) ou de recherche.

Orientations pour une radioprotection vigilante et responsable

- centrer le débat d'expertise actuel en matière de radioprotection sur la réduction des doses reçues par les personnes (le public, les patients et les travailleurs). Ce débat doit être réalisé dans tous les domaines, sans exclusive, partout où les expositions peuvent être maîtrisées ;
- mettre en place de nouvelles formes de concertation avec « les parties prenantes » et de prise de décision, basées sur la transparence, la démocratie et le pluralisme de l'expertise.

**LISTE DES MEMBRES DU GROUPE
« PRIORITES EN RADIOPROTECTION »**

Président :

- M. Constantin Vrousos, Cancérologie-Radiothérapie, Centre Hospitalier Universitaire, Grenoble.

Membre du groupe « priorité en radioprotection »

- M. Bernard Aubert (Physique médicale, Institut Gustave Roussy)
- M. Dietrich Averbeck (Radiobiologie, Centre National de Recherche Scientifique, Institut Curie)
- M. Pierre Barbey (Biochimie, Université de Caen- Conseiller scientifique de l'ACRO)
- M. Bernard Basse-Cathalinat (Médecine nucléaire, Centre Hospitalier Universitaire, Bordeaux)
- M. Yves Sébastien Cordoliani (Imagerie médicale, Hôpital du Val de Grace)
- M. Jean-Michel Giraud (Médecine du travail, Commissariat à l'Energie atomique)
- M. Michel Jouan (Santé publique, Epidémiologie/évaluation des risques,)
- M. Eric Lartigau (Radiothérapie, Centre Oscar Lambret, Lille)
- M. Jacques Lochard (Economie, Centre d'études sur l'Evaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire)
- M. Serge Prêtre (Sûreté nucléaire et radioprotection en Suisse)
- Mme Caroline Télion (Anesthésie-réanimation, SAMU Paris)

Secrétariat

Jean-Luc Godet (DGSNR)

Vincent Delporte (DGSNR)

Anne Pillon (DGSNR)

Maria Morais (DGSNR)

PERSONNALITES AUDITIONNEES PAR LE GROUPE « PRIORITES EN RADIOPROTECTION »

(Les fonctions indiquées sont celles des personnes au moment de leur audition)

THEME « EXPOSITION DES TRAVAILLEURS » :

- Dr Ellen DOSSIER**, Médecin du travail – CNRS, Orsay.
- Dr. Nadine HELFER**, Médecin du travail en PME-PMI, Boulogne.
- M. Alain BIAU**, IRSN, Service de Surveillance de l'Exposition Médicale et Professionnelle.
- M. Philippe BERARD**, CEA, LABM, Saclay.
- M. Anthony DELAMOTTE**, Ingénieur Sécurité et PCR au GIP CYCERON, Caen.
- M. Jean Philippe BOURION** Service de Protection contre les Rayonnements, CEA, Saclay.
- M. Alain RANNOU**, Chef du Service de Dosimétrie, IRSN.
- Mme Hélène AGET**, Physicienne médicale au CHU de Tours, PCR Représentante de la SFPM.
- Mme Marie-Thérèse GUILHEM**, Physicienne médicale au service de médecine nucléaire à l'hôpital d'Orléans - Représentante de la SFPM.
- M. Yann BEVIN** CHSCT, CEA, Cadarache.
- M. Roland MASSE** Président de la commission spécialisée dans les maladies professionnelles au Conseil supérieur de prévention des risques professionnels.
- M. Yves GARCIER**, directeur délégué de la radioprotection à la division « production nucléaire » d'EDF, Paris.
- M. Jean-Jacques RADECKI**, chargé de mission en radioprotection, COGEMA.
- Mme Marie-Christine SOULA**, médecin inspecteur régional du travail sur l'Ile-de-France.

THEME « EXPOSITION DES PATIENTS » :

- M. Jean-Noel FOULQUIER** Unité de radiophysique, Registre « Grossesses irradiées », hôpital Tenon, Paris.
- Pr. Jean-François CHATEIL**, Radiopédiatre à l'hôpital Pellegrin de Bordeaux.
- Mme Danièle PAJONI**, maître de conférence à Paris VII et orthodontiste à l'Hôtel Dieu, Paris.
- M. Jean-François VALLEY**, Directeur de l'Institut universitaire de radiophysique appliquée – Lausanne.
- M. Florent DE VATHAIRE**, INSERM U 351 Institut Gustave Roussy Villejuif.

THEME « EXPOSITIONS ENVIRONNEMENTALES » :

- M Gilles HერიARD DUBREUIL**, Consultant en gestion sociale des risques, MUTADIS Consultants.
- M. Yves MISEREY**, Journaliste à la rubrique Sciences au Figaro.

THEME « GESTION DES SOURCES » :

- M. Hilaire MANSOUX**, IRSN, Unité d'expertise des sources.
- M. Jean-Pierre VIDAL**, DGSNR, SD9 : Activités radiologiques et biomédicales.
- M. Vincent CARLIER**, ANDRA.
- M. Jean-René CARMELLE**, Association « Ressources ».
- M. Patrice FRABOULET** PCR, Centre Hospitalier et Universitaire « Pitié- Salpêtrière », Paris.
- M. Pierre BARBEY** Chargé de mission pour les risques spécifiques à l'Université de Caen-Basse Normandie.
- M. Philippe BODENEZ**, DGSNR, Sous-direction « Installations nucléaires de recherche, démantèlement, sites pollués et déchets radioactifs », Fontenay aux roses.

THEME « EXPERTISE » :

Pr. Jean-Marc COSSET, Institut Curie, Paris.

Dr Anne FLURY-HERARD, CEA, DSV, CARMIN.

Dr Bernard DUTRILLAUX, CEA, DSV, Direction de la recherche en radiobiologie.

Mme. Annie SUGIER, IRSN, Présidente du comité 4 de la CIPR.

Pr André AURENGO, Chef du service central de médecine nucléaire hôpital de la Pitié Salpêtrière Paris.

Président de la section radioprotection du Conseil supérieur d'hygiène publique de France.

Mme Margot TIRMARCHE, IRSN, Chef du laboratoire d'Epidémiologie.

THEME « FORMATION » :

M. Francis THUBE, Association « Graine » Poitiers.

M. Daniel AYRAULT, Professeur de biologie et de géologie au lycée du Bois d'Amour de Poitiers.

Pr. Michel RICARD, Chargé de mission auprès du premier ministre, Directeur de l'institut EGID-Bordeaux.

Personnes et organisations pressenties mais qui n'ont pu être auditionnées :

Mme Michèle RIVASI, Greenpeace.

M. Roland DESBORDES, Crii-rad.

M. Jacky BONNEMAINS, Robin des bois.

Mme Elisabeth CARDIS, CIRC, Lyon.

Pr. Jacques ESTEVE Bio statistiques, Hospices Civils de Lyon.

DRT, Direction des relations du travail.

WISE-Paris.

LISTES DES ACRONYMES

ACRO	Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest
ADR	Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route
AEN	Agence de l'Énergie Nucléaire
AFSSAPS	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé
AIEA	Agence Internationale de l'Énergie Atomique
AMM	Autorisation de Mise sur le Marché
ANAES	Agence Nationale d'Accréditation et Évaluation en Santé
ANCLI	Association Nationale des Commissions Locales d'Information
ANDRA	Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radio Actifs
ASN	Autorité de Sûreté Nucléaire
AT	Accident du Travail
BEIR	Biological Effects of Ionizing Radiation
CARMIN	Cellule d'Analyse des applications de la Recherche en biologie à la Médecine du travail et de leur Interface avec les effets des rayonnements ionisants et toxiques nucléaires
CEA	Commissariat à l'Énergie Atomique
CEFRI	Comité français des Entreprises pour la Formation et le suivi du personnel travaillant sous Rayonnements Ionisants
CEI	Commission Electrotechnique Internationale
CEPN	Centre d'étude sur l'Évaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire
CHSCT	Comité d'Hygiène et Sécurité et des Conditions de Travail
CICNR	Comité Interministériel aux Crises Nucléaires ou Radiologiques
CIPR	Commission Internationale de Protection Radiologique
CIREA	Commission Interministérielle des Radio Eléments Artificiels
CLI	Commission Locale d'Information
CMR	Cancérogènes, Mutagènes et Toxiques pour la Reproduction
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CRPPH/AEN	Comité de Radioprotection et de Santé Publique de l'Agence de l'Énergie Nucléaire
DAS	Déchets d'Activités de Soins
DCEM	Deuxième Cycle des Études Médicales
DDASS	Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
DEA	Diplôme d'Études Approfondies
DESS	Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées
DGS	Direction Générale de la Santé
DGSNR	Direction Générale de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection
DHOS	Direction de l'Hospitalisation et de l'Offre de Soins
DRASS	Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales
DRIRE	Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
DRT	Direction des Relations du Travail
DSNR	Division de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection
DSV/CEA	Direction des Sciences du Vivant
ECRR	European Committee on Radiation Risk
ECTS	European Credits Transfert System
EDF	Électricité De France

FDG	Fluorodéoxyglucose
GRAINE	Groupe Régional d'Animation et d'Initiation à la Nature et à l'Environnement
GRNC	Groupe Radioécologie Nord-Cotentin
HSE	Health and Safety Executive
ICPE	Installation Classée Pour la Protection de l'Environnement
ICRR	International Committee on Radiation Risk
INRA	Institut National de Recherche Agronomique
INSERM	Institut National de la Santé et de Recherche Médicale
InVS	Institut de Veille Sanitaire
IRM	Imagerie par Résonance Magnétique (remnographie)
IRPA	International Radiation Protection Association
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
IVG	Interruption Volontaire de la Grossesse
LAI	Limite Annuelle d'Incorporation
LCIE	Laboratoire Central des Industries Electriques
LDCA	Limite Dérivée de Concentration dans l'Air
MP	Maladies Professionnelles
NRPB	National Radiological Protection Board
NF	Norme Française (suivie d'une lettre en fonction du domaine d'application)
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économique
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OPRI	Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants
PCEM	Premier Cycle des Études Médicales
PCR	Personne Compétente en Radioprotection
PQB	Physicien -Qualiticien Biomédical
PSRPM	Personne Spécialisée en Radio Physique Médicale
RI	Rayonnements Ionisants
RP	RadioProtection
RPA	Radiation Protection Advisor
RPS	Radiation Protection Supervisor
SD	Sous-Direction
SFPM	Société Française de Physique Médicale
SFRP	Société Française de Radio-Protection
SISERI	Système d'Information de la Surveillance de l'Exposition aux Rayonnements Ionisants
SSI	Statens StralskyddsInstitut (Swedish Radiation Authority)
SST	Sauveteur - Secouriste du Travail
TDM	TomoDensitoMétrie (Scannographie ou scanner)
TMD	Transport des Marchandises Dangereuses
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
ZC	Zone Contrôlée
ZS	Zone Surveillée

COMPTE RENDU DE LA VISITE DES MEMBRES DU GROUPE AU NRPB (Organisme Britanique de radioprotection)

Le NRPB (National Radiological Protection Board) est une structure d'expertise et de conseil qui intervient au titre d'appui technique du Health and Safety Executive (HSE), l'autorité britannique en charge de la réglementation et de l'inspection en radioprotection. Ses domaines de compétences concernent l'ensemble de la radioprotection hors installations nucléaires et hors installations médicales publiques, ainsi que la protection contre les rayonnements non ionisants. De fait, il s'occupe donc des petits établissements de soins et des industries classiques.

L'organisation britannique en matière de radioprotection favorise considérablement le conseil par rapport à l'inspection. Celle-ci, effectuée par le HSE, n'a presque exclusivement lieu qu'après un incident important. Chaque exploitant doit définir un niveau de dose « incidentel » pour son personnel : en cas de dépassement de ce niveau, une enquête interne est effectuée, les autorités n'inspectant qu'au-dessus de 15 mSv/an.

Cette activité de conseil est basée sur l'existence de deux niveaux de personnes compétentes en radioprotection, les RPA (radiation protection advisor, dont plusieurs travaillent au NRPB) et les RPS (radiation protection supervisor). Les RPA sont approuvés par l'autorité par l'intermédiaire d'un comité, le RPA 2000. L'approbation est issue d'une analyse du parcours du postulant, au travers d'un dossier qu'il remet et qui représente son implication sur plusieurs mois. L'accréditation des RPS pour sa part ne passe pas par une analyse des connaissances théoriques du postulant, mais par une mise en situation et une évaluation de la pratique de terrain. Environ 2000 RPS sont formés par an par le NRPB.

Parmi les points relevés par le groupe « Priorités en radioprotection », il est intéressant de signaler que :

- Les utilisateurs de rayonnements ionisants sont libres de choisir la dosimétrie qu'ils désirent (film, électronique...), celle-ci devant être agréée par l'autorité. L'exploitant doit toutefois justifier que celle-ci est adaptée à ses conditions de travail et doit établir un contrat auprès d'une des 45 sociétés agréées de dosimétrie d'Angleterre ou du Pays de Galles.
- Un passeport est établi pour les travailleurs « mobiles » ou « itinérants », mais le NRPB s'avère réservé sur son efficacité.
- Chaque exploitant se doit d'établir un « risk assessment », une évaluation des risques encourus. Ce document représente un point important dans le système de radioprotection britannique. Il n'est pas approuvé par l'autorité, mais celle-ci peut demander des modifications de son contenu (il s'agit plutôt d'un système de « désapprobation »).

Patients

- En ce qui concerne la protection des patients, le NRPB est très impliqué dans la collecte des doses délivrées lors d'actes médicaux. Si les « exploitants » doivent être capables de mesurer les doses délivrées, il n'y a pas d'obligations en ce qui concerne la collecte des informations. Toutefois, un quart des établissements participent à la collecte des informations concernant les doses délivrées aux patients organisée par le NRPB. Celui-ci considère que la surveillance dosimétrique a permis une réduction d'un facteur 2 des doses.

- Dans le cadre de ce travail de collecte des doses, le NRPB a développé un kit qui a été envoyé à tous les dentistes. Ce kit contient un film que le dentiste expose puis retourne au NRPB. Le NRPB a ainsi pu constituer une base de donnée intéressante, et surveiller les dérives éventuelles.
- Parmi les points qui méritent d'être signalés, notons qu'au Royaume-Uni :
- le prescripteur de l'acte, le praticien et l'opérateur sont tous responsables de la vérification de la justification de l'acte ;
- le rôle des sociétés savantes est très important. De nombreux guides ont été établis (dont certains pour aider directement les opérateurs), l'employeur étant responsable de la diffusion des niveaux de référence à ses employés ;
- l'assurance qualité peut être effectuée par des personnels internes ou externes à l'établissement ; pour la problématique de la femme enceinte, les actes sont réalisés de préférence durant les 10 premiers jours du cycle afin de limiter le risque d'exposition pendant la grossesse.

Radon

La gestion du radon est un élément très important dans la politique de radioprotection de la population au Royaume-Uni. Un important plan d'action, doté de 20 millions d'euros sur 15 ans, a été lancé avec le souci d'impliquer au mieux des autorités locales ainsi que des entreprises de BTP des zones prioritaires. La population elle-même est impliquée, puisque, dans le cadre de ce plan, des dosimètres ont été envoyés aux particuliers habitant des zones à fort taux en radon, afin qu'ils procèdent à la mesure du taux de radon de leurs habitations.

Depuis 1990, la concentration maximale « conseillée » est de 200 Bq/m³. Dans le cas d'une ambiance de plus de 400 Bq/m³ dans un lieu de travail, l'employeur est considéré comme un exploitant et doit consulter un RPA.

Le NRPB se dit très satisfait de cette action d'envergure, hormis sur la problématique du radon dans l'eau potable qui représente un risque moindre et est plus difficile à gérer.

Gouvernance

Le NRPB a créé le R,RSAG : Radiation, Risk and Society Advisory Group, formé de sociologues, psychologues, journalistes, cliniciens, épidémiologistes... Son but est d'auditer et de conseiller le NRPB sur ses initiatives trois fois par an. Il ne dispose pas d'un groupe permanent d'évaluation scientifique mais crée toutefois des groupes autour de domaines précis, comme le groupe AGIR (Advisory Group on Ionising Radiation) qui étudie les effets sanitaires du radon et de ses descendants, ainsi que sur l'instabilité génomique et la radiosensibilité ou le COMARE (Committee on medical aspects of radiation in the environment) dont les travaux sont disponibles sur www.doh.gov.uk/comare/comare.htm.

Les priorités mentionnées par le NRPB

Le personnes rencontrées au NRPB considèrent comme prioritaires :

- le développement de structures de conseil en cas d'incidents radiologiques ;
- l'établissement des standards nationaux pour le RPA2000 ;
- l'action sur les expositions dues à la radioactivité naturelle renforcée par des procédés industriels ;
- le développement des outils de modélisations dans le cadre d'accidents radiologiques ;

- le développement des guides et des niveaux de référence diagnostiques ;
- la création d'experts en management des déchets.

COMPTE RENDU DE LA VISITE DES MEMBRES DU GROUPE AU SSI (AUTORITE SUEDOISE DE RADIOPROTECTION)

Le SSI (Statens Stralskydds Institut) est à la fois un organisme régalien et un organisme d'expertise dans le domaine de la protection contre les rayonnements ionisants et non ionisants. L'action régalienne dans le domaine de la sûreté est effectuée par un autre organisme, les actions de ces deux structures se faisant dans une grande concertation. Le SSI ne gère pas le travail relatif à l'épidémiologie, celui-ci étant du domaine de compétence du ministère de la santé. Les axes de travail prioritaires du SSI sont la dosimétrie et la protection environnementale.

Il est à noter que les détenteurs d'autorisation de détention de sources ou appareils émettant des rayonnements ionisants sont soumis à une taxe. Ainsi, la détention d'un appareil de radiologie classique conduit à une taxe de 200 euros par an.

Environnement

La démarche de protection de l'environnement est structurée au niveau du gouvernement autour de 15 critères clés. Dans ce cadre, il est prévu qu'en 2010 l'impact sur la population de chaque activité nucléaire devra être inférieur à $10\mu\text{Sv}/\text{an}$.

Protection des travailleurs

Les zones surveillées sont définies par l'exploitant. En ce qui concerne les INB, toutes les zones sont classées zones contrôlées par souci de simplicité. Il n'existe pas de guide pour définir ces zones de manière générale.

La dosimétrie est effectuée essentiellement par TLD, le film n'étant plus guère employé. Pour faire face au problème des travailleurs migrants, les exploitants ont eux-mêmes créé une première version d'un passeport. Cette idée a été encouragée par le SSI et semble efficace.

La Suède a retenue une limite de dose de $50\text{ mSv}/\text{an}$ et de 100 mSv sur 5 ans, la dosimétrie étant reportée dans une base de donnée nationale. Il est relativement étonnant de constater que plusieurs travailleurs sont exposés à des doses de plus de $20\text{mSv}/\text{an}$.

Formation

Comme au Royaume-Uni, il est intéressant de constater le haut niveau de formation des acteurs de la radioprotection. Ainsi, la Suède dispose de « radiation physicists », dont la formation comporte deux années de mathématiques et de physique, deux années de radioprotection (radiobiologie...), puis une année de formation pratique de terrain. Cette formation mène essentiellement aux « medical physics experts » (150 en Suède), les hôpitaux disposant de leurs propres formations.

Les « medical physics experts » sont, dans le domaine médical, les personnes compétentes en radioprotection. Elles sont accréditées par le SSI dans un certain domaine de compétence, décrit par le postulant lors de sa demande. Les personnes compétentes peuvent être salariées ou non par l'exploitant et les « medical physics experts » d'un grand centre sont responsables des petites structures médicales aux alentours.

En outre, en INB, toute personne pouvant être exposée à des rayonnements reçoit 2 à 3 jours de formation, celle-ci devant être adaptée au travail effectué et à son environnement.

Patients

Le contrôle de la justification et de l'optimisation se fait par l'implication des professionnels et par l'introduction de niveaux de référence. Les niveaux de référence diagnostiques semblent, pour le SSI, être le meilleur outil de diminution des doses en radiologie. Les membres du groupe ont noté que le radiodiagnostic chez les prématurés ne semble pas être une inquiétude et que seuls les nouveaux appareils de radiodiagnostic sont équipés d'appareils permettant l'affichage de la dose. De plus, les indications de doses dans le rapport médical ne sont pas obligatoires.

Radon

La plupart des municipalités disposent d'une cartographie radon, celle-ci résultant de mesures et par extrapolation des données géologiques.

Communication

Le contexte général de l'information en Suède est très différent de celui de la France. Le « Press Act », datant du 18^e siècle, établit un libre accès aux documents publics et une obligation d'information des pouvoirs publics. Ainsi, tout citoyen a accès aux documents du SSI, les membres du personnel pouvant divulguer les informations qu'ils désirent sans que la direction puisse intervenir ni être tenue au courant. Le SSI base l'essentiel de ses efforts de communication sur le site Internet sur lequel travaillent 15 personnes.

Déchets

Afin d'harmoniser les différentes dispositions relatives aux déchets radioactifs, le SSI a développé le projet IKA dont le but est de définir une approche commune aux hôpitaux, industries et organismes de recherche. Un rapport sur ce travail devrait être publié début 2004. Les grands points sont :

- ❑ l'intégration de seuils de libération ;
- ❑ la création d'un fonds de financement afin de pallier la disparition d'un détenteur.

Notons le découpage original des catégories de déchets radioactifs. Trois catégories sont retenues :

- ❑ les déchets issus de l'utilisation d'une source radioactive (biens de consommation, sources utilisées en recherche, industrie et hôpitaux...);
- ❑ les déchets industriels créés par des installations pour d'autres raisons que leurs propriétés radioactives (déchets à radioactivité naturelle renforcée par un procédé industriel) ;
- ❑ les déchets orphelins (sources, ferrailles...).

Il n'y a pas, en Suède, d'obligation de gestion par décroissance des déchets et effluents hospitaliers ; ceux-ci sont directement rejetés dans les réseaux d'eaux usées. De ce fait, la Suède ne semble pas confrontée à la problématique des déchets à la fois radioactifs et infectieux. La CIPR devrait établir bientôt une recommandation sur ce point.

Il n'y a pas de limites concernant la durée de vie des sources scellées.

Afin de développer une démarche de bonne gouvernance, le SSI a participé au projet européen RISCUM et tente de l'appliquer au domaine de la gestion des déchets radioactifs hors INB.

LIMITES D'EXPOSITION ET NIVEAUX DE DOSE CONTENUES DANS LE CODE DE LA SANTE PUBLIQUE ET DANS LE CODE DU TRAVAIL

Limites annuelles d'exposition contenues dans le code de la santé publique (CSP) et dans le code du travail (CT)

	Définition	Valeurs	Observation
<p>Limites annuelles pour la population</p> <p>art. R.1333-8 du CSP</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Doses efficaces pour le corps entier • Doses équivalentes pour le cristallin • Doses équivalentes pour la peau (dose moyenne pour toute surface de 1 cm² de peau, quelle que soit la surface exposée) 	<p>1 mSv/an</p> <p>15 mSv/an</p> <p>50 mSv/an</p>	<p>☞ Ces limites intègrent la somme des doses efficaces ou équivalentes reçues du fait des activités nucléaires. Leur dépassement traduit une situation inacceptable</p>
<p>Limites pour les travailleurs sur 12 mois consécutifs</p> <p>art. R.231-77 du CT</p>	<p><u>Adultes :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Doses efficaces pour le corps entier • Doses équivalentes pour les mains, les avant-bras, les pieds et les chevilles • Doses équivalentes pour la peau (dose moyenne sur toute surface de 1 cm², quelle que soit la surface exposée) • Doses équivalentes pour le cristallin <p><u>Femmes enceintes</u> (exposition de l'enfant à naître)</p> <p><u>Jeunes de 16 à 18 ans *:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Doses efficaces pour le corps entier • Doses équivalentes pour les mains, les avant-bras, les pieds et les chevilles • Doses équivalentes pour la peau • Doses équivalentes pour le cristallin 	<p>20 mSv</p> <p>500 mSv</p> <p>500 mSv</p> <p>150 mSv</p> <p>1 mSv</p> <p>6 mSv</p> <p>150 mSv</p> <p>150 mSv</p> <p>50 mSv</p>	<p>☞ Ces limites intègrent la somme des doses efficaces ou équivalentes reçues. Leur dépassement traduit une situation inacceptable</p> <p>☞ A titre transitoire, pour une durée de 2 ans, les limites pour le corps entier sont fixées à 35 mSv/12 mois, sans dépasser 100 mSv sur 5 années consécutives.</p> <p>☞ Des dérogations exceptionnelles sont admises :</p> <ul style="list-style-type: none"> • préalablement justifiées, elles sont planifiées dans certaines zones de travail et pour une durée limitée sous réserve de l'obtention d'une autorisation spéciale. Ces expositions individuelles sont planifiées dans la limite d'un plafond n'excédant pas deux fois la valeur limite annuelle d'exposition ; • des expositions professionnelles d'urgence peuvent être mises en œuvre dans l'hypothèse d'une situation d'urgence, notamment pour sauver des vies humaines.

- Uniquement dans le cadre de dérogations, contrat d'apprentissage par exemple.

Niveaux d'optimisation pour la protection des patients (code de la santé publique)

	Définition	Valeurs	Observation
<p>Examens diagnostiques Niveau de référence diagnostique art. R.1333-68</p> <p>Contrainte de dose art. R.1333-65, arrêté attendu en 2004</p> <p>Radiothérapie : Niveau cible de dose Art. R.1333-63</p>	<p>Niveaux de dose pour des examens diagnostiques types</p> <p>Elle est utilisée lorsque l'exposition ne présente pas de bénéfice médical direct pour la personne exposée</p> <p>Dose nécessaire pour un organe ou un tissu visé (organe- cible ou tissu- cible) en radiothérapie (expérimentation).</p>	<p>Ex : dose à l'entrée de 0,3 mGy pour une radiographie du thorax</p>	<p>☞ Les niveaux de référence diagnostique, les contraintes de dose et les niveaux cibles de dose sont utilisés en application du principe d'optimisation. Ils constituent de simples repères.</p> <p>☞ Les niveaux de référence sont constitués pour des patients types par des niveaux de dose pour des examens types de radiologie et par des niveaux de radioactivité de produits radiopharmaceutiques en médecine nucléaire diagnostique.</p> <p>☞ La contrainte de dose peut être une fraction d'un niveau de référence diagnostique, en particulier lors des expositions effectuées dans le cadre de la recherche biomédicale ou de procédures médico-légales.</p> <p>☞ Le niveau cible de dose (on parle de volume cible en radiothérapie) permet d'effectuer les réglages des appareils.</p>

Niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique (code de la santé publique)

<p>Protection de la population Niveaux d'intervention Art. R.1333-80, arrêté du 14 octobre 2003, circulaire du 10 mars 2000</p> <p>Protection des intervenants Niveaux de référence Art. R.1333-86</p>	<p>Exprimés en dose efficace (sauf pour l'iode), ces niveaux sont destinés à la prise de décision pour la mise en œuvre des actions de protection de la population :</p> <ul style="list-style-type: none"> • mise à l'abri • évacuation • administration d'iode stable (dose thyroïde) <p>Ces niveaux sont exprimés en dose efficace :</p> <ul style="list-style-type: none"> • pour les équipes spéciales d'intervention technique ou médicale • pour les autres intervenants 	<p>10 mSv 50 mSv 100 mSv</p> <p>100 mSv</p> <p>10 mSv</p>	<p>☞ Le préfet peut en moduler l'utilisation pour tenir compte des divers facteurs rencontrés localement.</p> <p>☞ Ce niveau est porté à 300 mSv lorsque l'intervention est destinée à prévenir ou réduire l'exposition d'un grand nombre de personnes.</p>
--	--	---	---

Niveaux d'actions (code de la santé publique et code du travail)

(Niveaux d'activité ou de dose au-dessus desquels des actions visant à réduire les expositions doivent être engagées)

	Définition	Valeurs	Observation
Expositions durables (sites contaminés) Art. R.1333-89 du CSP Guide IRSN 2000	Niveau de sélection : dose individuelle au-dessus de laquelle la nécessité d'une réhabilitation doit être étudiée	Non défini	☞ La notion de niveau de sélection est introduite par le guide IRSN relatif à la gestion des sites industriels potentiellement contaminés par des substances radioactives.
Expositions au radon Protection de la population Art. R.1333-15 et 16 du CSP Protection des travailleurs Art. R.231-115 du CT	Lieux ouverts au public Milieux de travail	400 Bq/m ³ 1000 Bq/m ³ 400 Bq/m ³	☞ Au-dessus de 1000 Bq/m ³ , une fermeture provisoire des locaux peut être prononcée en attendant la réalisation des travaux.
Exposition naturelle renforcée (hors radon) Protection de la population Art. R.1333-13 et 41 du CSP Protection des travailleurs Art. R.231-114 du CT	Dose efficace	Néant 1 mSv/an	☞ Les actions de protection de la population à mettre en œuvre, si nécessaire, seront définies au cas par cas.
Eaux destinées à la consommation humaine Décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001	Dose totale annuelle indicative(DTI), calculée à partir des radioéléments présents dans l'eau hors tritium, potassium 40, radon et produits de filiation. Tritium	0,1 mSv 100 Bq/L	☞ La DTI permet d'estimer l'exposition attribuable à la qualité radiologique de l'eau ; les mesures correctives en cas de dépassement dépendent de la valeur de la DTI et des radioéléments incriminés. ☞ Le tritium constitue un indicateur de contamination
Denrées alimentaires (situation de crise) Règlements européens Codex alimentarius...	Limites de commercialisation		Voir tableau ci-dessous

RESTRICTION DE CONSOMMATION DES PRODUITS ALIMENTAIRES CONTAMINES

En cas d'accident ou de toute autre situation d'urgence radiologique, les restrictions de consommation ou de commercialisation des produits alimentaires sont déterminées en Europe par deux règlements¹³ publiés au Journal officiel des Communautés européennes. Ces restrictions ont été établies afin de " **sauvegarder la santé de la population tout en maintenant l'unité du marché**".

Ainsi, des niveaux maximaux admissibles au Bq/kg ou Bq/L ont été fixés selon la nature du radioélément considéré, le produit concerné et la destination de celui-ci (aliments pour nourrissons, adultes, bétail).

Une liste de denrées alimentaires dites de "moindre importance" a été établie (denrées dont la consommation n'excède pas 10 kg / an). Pour celles-ci, des niveaux dix fois supérieurs sont fixés. Il s'agit de thym, aux, pâte de cacao, truffes, caviar, etc.

Les denrées alimentaires ou aliments pour bétail dont la contamination dépasserait ces niveaux ne pourraient être **commercialisés** ou **exportés**. Néanmoins, en cas d'accident, l'application "automatique" de ce règlement ne saurait excéder trois mois ; il serait ensuite relayé par des dispositions spécifiques.

NIVEAUX MAXIMAUX ADMISSIBLES POUR LES DENREES ALIMENTAIRES (Bq/kg ou Bq/L)	Aliments pour nourrisson s	Produits laitiers	Autres denrées alimentaires à l'exception de celles de moindre importance	Liquides destinés à la consommation
Isotopes de strontium, notamment ⁹⁰ Sr	75	125	750	125
Isotopes d'iode, notamment ¹³¹ I	150	500	2 000	500
Isotopes de plutonium et d'éléments <u>transuraniens</u> à émission alpha, notamment ²³⁹ Pu et ²⁴¹ Am	1	20	80	20
Tout autre nucléide à période radioactive supérieure à 10 jours, notamment ¹³⁴ Cs et ¹³⁷ Cs	400	1 000	1 250	1 000

¹³ * *Règlement Euratom n°3954/87 du Conseil du 22/12/1987 et suivants.*
Règlement CEE n° 2219/89.

Niveaux maximaux admissibles de contamination radioactive d'aliments pour bétail :
(césium 134 et césium 137);

Porcs : 1250 Bq/kg
 Volailles, agneaux veaux : 2500 Bq/kg
 Autres : 2500 Bq/kg.

D'autre part, l'OMS a proposé des valeurs indicatives pour faciliter le commerce international, valeurs à partir desquelles les autorités nationales pourraient déterminer leurs propres seuils d'intervention, ce qui favoriserait l'harmonisation des critères d'intervention.

VALEURS INDICATIVES DU *CODEX ALIMENTARIUS* POUR LES DENREES ALIMENTAIRES COMMERCIALISEES (FA91) Bq/kg.

DENREES ALIMENTAIRES DESTINEES A LA CONSOMMATION GENERALE	
Américium 241,plutonium 239	10
Strontium 90	100
Iode 131, césium 134, césium 137	1 000
ALIMENTS POUR NOURRISSONS ET LAIT	
Américium 241, plutonium 239	1
Iode 131, strontium 90	100
Césium 134, césium 137	1 000