

Protection radiologique

ISBN 978-92-64-99014-2

La radioprotection aujourd'hui et la voie du développement durable

© OCDE 2007
NEA n° 6166

AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE
ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

L'OCDE est un forum unique en son genre où les gouvernements de 30 démocraties œuvrent ensemble pour relever les défis économiques, sociaux et environnementaux que pose la mondialisation. L'OCDE est aussi à l'avant-garde des efforts entrepris pour comprendre les évolutions du monde actuel et les préoccupations qu'elles font naître. Elle aide les gouvernements à faire face à des situations nouvelles en examinant des thèmes tels que le gouvernement d'entreprise, l'économie de l'information et les défis posés par le vieillissement de la population. L'Organisation offre aux gouvernements un cadre leur permettant de comparer leurs expériences en matière de politiques, de chercher des réponses à des problèmes communs, d'identifier les bonnes pratiques et de travailler à la coordination des politiques nationales et internationales.

Les pays membres de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission des Communautés européennes participe aux travaux de l'OCDE.

Les Éditions de l'OCDE assurent une large diffusion aux travaux de l'Organisation. Ces derniers comprennent les résultats de l'activité de collecte de statistiques, les travaux de recherche menés sur des questions économiques, sociales et environnementales, ainsi que les conventions, les principes directeurs et les modèles développés par les pays membres.

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les interprétations exprimées ne reflètent pas nécessairement les vues de l'OCDE ou des gouvernements de ses pays membres.

L'AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) a été créée le 1^{er} février 1958 sous le nom d'Agence européenne pour l'énergie nucléaire de l'OECE. Elle a pris sa dénomination actuelle le 20 avril 1972, lorsque le Japon est devenu son premier pays membre de plein exercice non européen. L'Agence compte actuellement 28 pays membres de l'OCDE : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, la République de Corée, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission des Communautés européennes participe également à ses travaux.

La mission de l'AEN est :

- d'aider ses pays membres à maintenir et à approfondir, par l'intermédiaire de la coopération internationale, les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation sûre, respectueuse de l'environnement et économique de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques ; et
- de fournir des évaluations faisant autorité et de dégager des convergences de vues sur des questions importantes qui serviront aux gouvernements à définir leur politique nucléaire, et contribueront aux analyses plus générales des politiques réalisées par l'OCDE concernant des aspects tels que l'énergie et le développement durable.

Les domaines de compétence de l'AEN comprennent la sûreté nucléaire et le régime des autorisations, la gestion des déchets radioactifs, la radioprotection, les sciences nucléaires, les aspects économiques et technologiques du cycle du combustible, le droit et la responsabilité nucléaires et l'information du public. La Banque de données de l'AEN procure aux pays participants des services scientifiques concernant les données nucléaires et les programmes de calcul.

Pour ces activités, ainsi que pour d'autres travaux connexes, l'AEN collabore étroitement avec l'Agence internationale de l'énergie atomique à Vienne, avec laquelle un Accord de coopération est en vigueur, ainsi qu'avec d'autres organisations internationales opérant dans le domaine de l'énergie nucléaire.

© OCDE 2007

Toute reproduction, copie, transmission ou traduction de cette publication doit faire l'objet d'une autorisation écrite. Les demandes doivent être adressées aux Éditions de l'OCDE rights@oecd.org ou par fax (+33-1) 45 24 99 30. Les demandes d'autorisation de photocopie partielle doivent être adressées au Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, France, fax (+33-1) 46 34 67 19, (contact@cfcopies.com) ou (pour les États-Unis exclusivement) au Copyright Clearance Center (CCC), 222 Rosewood Drive Danvers, MA 01923, USA, fax +1 978 646 8600, info@copyright.com.

Photos couverture : South Texas (États-Unis) et McClean Lake, Cogema.

AVANT-PROPOS

En 1993, le CRPPH a organisé une réunion de travail sur le thème de « La radioprotection au seuil du XXIème siècle ». Elle faisait suite à l'élaboration, puis la parution, de la Publication 60 de la CIPR et inaugura une période d'adaptation, de mise en œuvre et de changement. Dans ce contexte, le CRPPH jugea utile de scruter l'horizon pour tenter d'identifier les questions susceptibles de se poser à court terme et d'en étudier les conséquences. Il s'agissait ainsi d'aider les pays membres à mieux se préparer et à définir les orientations de leur politique nationale et de sa mise en œuvre. Le CRPPH a ainsi été conduit à publier en 1994 une synthèse sous le titre La radioprotection aujourd'hui et demain – Opinion collective du CRPPH. Outre son intérêt pour les pays membres de l'AEN, cet ouvrage mettait en lumière les questions et les domaines que le CRPPH devait approfondir. Et de fait, cette opinion collective esquissait le programme sur lequel le CRPPH allait travailler près d'une dizaine d'années. Depuis sa publication, le CRPPH a produit des rapports et des études concernant tous les grands domaines identifiés alors. Sa contribution s'articule autour des quatre grands axes ci-dessous.

Évaluer les implications des sciences de la radioprotection

L'opinion collective de 1994 identifiait les progrès de la science qui seraient susceptibles d'imposer une réorientation de la politique de radioprotection. Dans son évaluation des évolutions en radiobiologie et en radiopathologie de 1998, le Comité a poussé plus loin sa réflexion et insisté sur la nécessité d'établir les connexions nécessaires entre la radiobiologie, l'épidémiologie et les principes de base de la radioprotection.

Adopter la démarche participative

L'un des principaux thèmes de réflexion du CRPPH, qui avait en fait été identifié dans l'opinion collective de 1994 puis s'est imposé lors des discussions entre radioprotectionnistes, concerne la participation des divers groupes intéressés aux processus de décision. Dans ses rapports et ses réflexions, notamment lors des trois ateliers de Villigen qu'il a organisés (en 1998, 2001 et 2003), le CRPPH a démontré l'influence de cette concertation sur la qualité et l'efficacité des décisions dans des situations de radioprotection complexes.

Favoriser les échanges d'expérience

L'opinion collective de 1994 avait souligné l'intérêt de renforcer les activités du Comité dans le cadre des Exercices internationaux d'urgence nucléaire (INEX) et du Système international d'information sur la radioexposition professionnelle (ISOE) qui découlaient tout deux des travaux réalisés par le Comité à la fin des années 80. Le CRPPH continue à développer ces programmes qui profitent à la fois aux pays membres et non-membres. À titre d'exemple, INEX réunit 35 pays en moyenne par exercice, et ISOE assure l'échange de données pour 91 % des réacteurs nucléaires commerciaux en service dans le monde.

Être l'interlocuteur de la CIPR

L'opinion collective de 1994 faisait valoir l'importance de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) pour les gouvernements et les praticiens. Le CRPPH a donc continué à suivre de près les recommandations de la CIPR dont il est devenu un interlocuteur, dans le cadre notamment du processus ouvert engagé pour la révision de ses recommandations.

À la fin de 2004, l'AEN a publié son Plan stratégique (2005-2009). Ce fut l'occasion pour les comités techniques permanents de l'AEN, dont le CRPPH, de revoir leurs mandats en vue d'une mise à jour éventuelle. C'est aussi à ce moment-là que la CIPR a commencé à rédiger ses nouvelles recommandations. Le CRPPH a jugé cette période de renouvellement propice à une réflexion une fois de plus sur les futurs sujets et domaines qui auraient, à moyen ou à long terme, une influence significative sur la politique, la réglementation et la pratique de la radioprotection. L'objectif ultime de ce travail consistait à établir au sein du CRPPH une vision qui déterminerait les grands axes de son programme pour les cinq à dix années suivantes. Pour commencer, le CRPPH a organisé, lors de sa réunion annuelle de 2004, une session spéciale au cours de laquelle des spécialistes extérieurs en radioprotection ont fait part de leur opinion sur les futurs enjeux stratégiques, réglementaires, scientifiques et pratiques. Par la suite, le CRPPH a réuni un large groupe de parties prenantes, recrutées au sein et en dehors des cercles traditionnels du CRPPH, pour une séance de réflexion. Enfin, il a donné mandat au Groupe d'experts sur l'opinion collective du CRPPH (EGCO) pour réaliser ce travail.

Le présent rapport se veut donc le prolongement de l'opinion collective du CRPPH de 1994. Il doit aider les décideurs à tous les niveaux (gouvernements, industrie, ONG et individuel) à identifier les problèmes avec suffisamment d'avance pour pouvoir les résoudre de manière satisfaisante dans leurs contextes respectifs. Il ne prétend pas proposer de solutions aux questions et domaines

ainsi identifiés, mais plutôt attirer l'attention sur les points qui risquent de présenter des difficultés à l'avenir. Comme le CRPPH entend s'appuyer sur ce rapport pour établir son futur programme de travail, les pays membres auront l'occasion de débattre des méthodes et approches possibles pour traiter ces difficultés au niveau national.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	3
Synthèse	9
Introduction	21
Où en sommes-nous ?	23
Remises en cause scientifiques du paradigme actuel	23
Changements sociaux et radioprotection.....	25
Expérience et enseignements acquis	28
Historique	31
Évolutions récentes	33
Élaboration des futurs principes de protection radiologique.....	34
Aspects déterminants pour la pratique de la radioprotection demain....	37
Équilibre à trouver entre les besoins locaux, nationaux et internationaux.....	37
Application des principes de radioprotection au public et aux travailleurs	44
Préservation de la culture de radioprotection et de la culture de sûreté sur le lieu de travail.....	48
Application des principes de radioprotection dans des contextes spécifiques.....	51
Préservation des compétences, transmission des acquis	66
Conclusions	69
Références	71
Qualités du CRPPH	77

SYNTHÈSE

Introduction

Dans l'ensemble, les spécialistes de radioprotection sont convaincus que l'approche actuelle de la protection radiologique constitue une base solide pour établir des programmes réglementaires qui favorisent et garantissent l'adoption de mesures efficaces pour protéger le public, les travailleurs et l'environnement des effets nocifs de l'utilisation ou de la manipulation des sources de rayonnements. Les principes, politiques, normes et règlements en vigueur aujourd'hui sont la résultante d'une série continue d'améliorations progressives pour intégrer les progrès scientifiques, l'évolution de la société et l'expérience acquise au gré des applications du système et de l'apparition de nouveaux problèmes. Le présent rapport récapitule les changements intervenus au cours des dix à quinze dernières années, fait le point de la situation actuelle et identifie les principaux défis futurs.

Où en sommes-nous ?

La recherche scientifique nous permet d'évaluer toujours mieux les risques radiologiques. Par le passé, la complexité de la radiobiologie et de la cancérogenèse a imposé des évaluations reposant essentiellement sur des études épidémiologiques macroscopiques de populations exposées d'hommes, d'animaux, d'insectes et de plantes. Toutefois, des études plus récentes à l'échelle microscopique, en biologie génétique et cellulaire, ont contribué de manière significative à notre compréhension des réactions de l'homme et de l'environnement lorsqu'ils sont exposés à diverses sortes de rayonnements ionisants dans différents types de situations.

Depuis dix à quinze ans, les résultats des études épidémiologiques à grande échelle et des méta-analyses tendent à démontrer que la relation entre la dose de rayonnement et le risque est plus ou moins linéaire à des niveaux de plus en plus bas (actuellement à environ 100 mSv). Si ces études ont permis de réduire de manière significative l'incertitude sur les estimations des risques, elles atteignent aujourd'hui leurs limites en termes de taille des populations à étudier pour démontrer statistiquement l'existence d'un risque à de faibles niveaux

d'exposition. Parallèlement, les études de radiobiologie ont apporté des preuves supplémentaires de l'existence de divers effets radio-induits (effet abscopal, effets non cancéreux, réponse adaptative, par exemple) et de mécanismes qui pourraient être à l'origine de ces effets au niveau de la cellule. On serait donc conduit à penser que l'approche actuelle de la gestion des risques, qui repose sur un modèle linéaire sans seuil et sur l'additivité de toutes les expositions, ne serait pas valable dans tous les cas. Toutes ces conclusions sont en encore, en général, préliminaires, et nécessitent donc des études supplémentaires, mais elles soulèvent des questions qui pourraient se répercuter sur la politique, la réglementation et la pratique de la radioprotection et, de ce fait, doivent être prises en compte dans les décisions relatives à la gestion des risques radiologiques.

À côté de ces progrès scientifiques, la société a elle-même connu des évolutions qui ont marqué la protection radiologique. Dans différents pays, de nombreux groupes et individus demandent aujourd'hui à être associés aux débats et décisions concernant la santé publique et la protection de l'environnement. Ils contestent le rôle de la science et des autorités dans les décisions et exigent que les responsables de la gestion des risques rendent des comptes. L'opinion collective du CRPPH de 1994 avait perçu l'importance cette tendance pour la décision en radioprotection, y voyant un nouveau défi. Aujourd'hui, la nécessité d'associer la société civile a modifié notre perception des principes de justification, d'optimisation et de limitation des doses ainsi que du rôle des spécialistes de radioprotection dans l'évaluation et la gestion des risques. Dans certaines décisions, elle a aussi accentué le poids relatif des circonstances particulières par rapport aux critères internationaux harmonisés. Il est largement admis désormais que l'intervention de la société civile est capitale pour régler de nombreuses situations à risques. L'étape suivante consistera à optimiser les structures et processus destinés à faciliter cette participation. Par ailleurs, l'écologie a continué de gagner du terrain, et l'on voit aujourd'hui de plus en plus, et à de multiples niveaux, la santé publique associée à celle de l'environnement. Lorsque le public exige un environnement propre, c'est aujourd'hui au nom de sa qualité de vie et de son bien-être. Ces notions, en tant que valeurs sociales et faits scientifiques, sont au centre de bien des décisions et processus de décision.

La pratique de la radioprotection au cours des dix à quinze dernières années a permis d'accumuler une riche expérience et de nombreux enseignements pratiques. Il est de plus en plus clair que toutes les sources et situations d'exposition peuvent et doivent faire l'objet d'un contrôle. Corollaire de cette proposition, la gestion des risques, pour intégrée qu'elle soit à un cadre général, sera fortement subordonnée aux circonstances spécifiques. Des leçons pratiques tirées de l'expérience, deux problèmes particuliers émergent, à savoir la division des situations en pratiques et interventions et l'application des concepts

d'exclusion et d'exemption. Depuis 1994, l'expérience montre qu'il ne sert à rien de conserver des démarches distinctes pour les pratiques et les interventions. On sait aujourd'hui que les opérations décidées dans les situations d'intervention sont également maîtrisables, et la possibilité de prendre des mesures pour réduire les expositions permet de se concentrer désormais sur l'optimisation de la protection sachant que les expositions doivent, dans la mesure du possible, maintenues en dessous d'un seuil « raisonnablement choisi » (pour éviter les effets déterministes, s'aligner sur les bonnes pratiques industrielles, tenir compte de l'ampleur des expositions naturelles et des efforts nécessaires pour introduire des changements, etc.).

La nécessité d'intégrer des circonstances particulières a conduit à prendre des décisions qui dérogent à l'application stricte des critères d'exemption et d'exclusion « universaux » ou, du moins, internationalement reconnus évoqués dans la littérature actuelle, un phénomène que l'on observe tout particulièrement lorsqu'il s'agit de libérer des contrôles réglementaires des substances radioactives. La démarche actuelle consiste à identifier des niveaux génériques en dessous desquels certaines mesures réglementaires ne sont pas justifiées et à exempter les expositions qui sont inférieures. Bien que des valeurs générales – la valeur de 10 μSv souvent citée – se soient révélées utiles dans certaines circonstances pour prendre des décisions, leur application systématique à la libération de matériaux (solides, liquides ou gazeux) des contrôles réglementaires n'a jamais été universellement acceptée. Au contraire, lors de la libération des sites après l'assainissement – libération des matériaux à stocker, recycler ou réutiliser – ou de l'établissement de limites de rejets, les discussions au niveau local, centrées sur le site concerné, sont la norme pour identifier la protection optimale à appliquer, le cas échéant, en utilisant des valeurs standard à titre indicatif ou comme point de départ.

Évolution du système de radioprotection : historique et tendances récentes

Les principes de radioprotection ont été initialement établis par des radiologues et des chercheurs afin de se protéger eux-mêmes des effets nocifs des rayonnements apparus au début du 20^{ème} siècle. Avec le temps, ces principes ont dû intégrer la nécessité de protéger les patients, les travailleurs et finalement le public. Aujourd'hui, les principes internationaux de protection radiologique sont étendus de façon à protéger explicitement l'environnement. Au cours de cette évolution, la protection radiologique s'est adaptée de manière pragmatique pour pouvoir traiter les problèmes nouveaux ou émergents en se dotant de principes directeurs, à savoir le souci de l'égalité (principe de limitation), le principe de précaution face à l'incertitude (principe d'optimisation) et le principe de responsabilité (principe de justification). La CIPR a consigné ses recommandations générales dans une série de rapports

qu'inaugura la Publication 1 en 1959. Ces recommandations générales ont été adaptées avec le temps, au gré des circonstances (par exemple, les expositions au radon, les situations accidentelles), des découvertes scientifiques (de nouvelles estimations des doses reçues par les survivants des bombes A) ou de l'évolution sociale (prudence face à l'incertitude scientifique), et de nouvelles recommandations générales ont vu le jour à trois reprises : la Publication 9 en 1966, la Publication 26, en 1977 et la Publication 60 en 1990.

Jusqu'à la Publication 60 de la CIPR et quelque temps après, les spécialistes définissaient en général la radioprotection comme la mise au point et l'application de principes, normes et règlements de radioprotection à partir de faits scientifiques. Or, et le phénomène s'est accentué au cours de quinze dernières années environ, la nécessité de faire participer la société civile à la gestion des risques a modifié la situation et donné naissance à la conception de la radioprotection assimilée à un jugement social reposant sur des connaissances scientifiques solides que l'on voit apparaître aujourd'hui. Les ateliers de Villigen organisés par le CRPPH ont permis d'étudier de manière approfondie les mécanismes et conditions de la concertation et ont démontré que la communauté des radioprotectionnistes devait se consacrer essentiellement à intégrer la radioprotection aux décisions sociales, non à intégrer les décisions sociales à la radioprotection. Ils ont, de plus, fourni des enseignements et expériences concrets dans ce domaine.

Ensemble, les effets de l'évolution sociale et l'expérience cumulée lors de l'application de la radioprotection nous portent à penser que notre conception future de l'évaluation et de la gestion du risque radiologique sera de plus en plus influencée par les parties prenantes et que les circonstances particulières pèseront plus lourd dans la décision, conduisant éventuellement à adopter des solutions spécifiques, locales. L'arbitrage entre les démarches harmonisées à l'échelle internationale et la spécificité locale sera donc au centre de l'élaboration future des principes de radioprotection.

Il convient de remarquer par ailleurs que, fortement influencée par l'évolution récente de la société, la CIPR a modifié sa façon d'élaborer de nouveaux principes et recommandations. Jusqu'à l'article de la CIPR de 1999 sur la dose maîtrisable, les recommandations étaient rédigées par un groupe d'experts relativement fermé. Depuis que l'élaboration des recommandations a été ouverte au dialogue et aux commentaires, la procédure a considérablement changé d'une manière qui semble irréversible. La nouvelle démarche que la CIPR a inaugurée pour la rédaction de ses recommandations aura indubitablement un effet sur la participation d'autres organisations à la mise au point, l'interprétation et l'application de programmes de protection radiologique fondés sur des échanges à plusieurs. Le CRPPH s'est d'ores et déjà adapté et

n'a pas ménagé ses efforts pour assurer la coordination et faciliter le dialogue entre la CIPR et la communauté des spécialistes.

Aspects déterminants pour la pratique de la radioprotection demain

Les progrès de la science en radioprotection, l'expérience acquise avec la pratique et l'évolution sociale conditionnent la façon dont les principes de radioprotection sont interprétés et appliqués. Faisant le point de la situation actuelle, le CRPPH estime que les évolutions dans ces domaines devraient ébranler toujours plus nos conceptions actuelles de la politique, de la réglementation et de la pratique de la radioprotection et qu'elles exigent de nouveaux points de vue et modes de pensée.

Ce besoin de nouveaux modes de pensée ne résulte pas d'un bouleversement particulier survenu en science, dans la pratique ou la société. C'est plutôt la somme de petites évolutions progressives dans ces trois domaines qui révèle la nécessité de changer. Il est possible de décrire les effets du changement sur certains types de situation et ainsi que la façon d'aborder ces situations pour pouvoir assurer la protection radiologique la plus appropriée compte tenu des circonstances.

Dans ce contexte, le CRPPH a identifié quatre domaines principaux pour lesquels on aura besoin de nouvelles démarches. Le premier, reflet des défis rencontrés au niveau de la politique et de la réglementation, concerne l'arbitrage à réaliser entre les besoins aux niveaux local, national et international pour pouvoir identifier et mettre en œuvre des solutions durables de protection radiologique. Le second, qui a trait aux problèmes d'application, recouvre les méthodes permettant de définir une protection appropriée du public et des travailleurs. Le troisième concerne l'application des principes de radioprotection dans quatre situations particulières : les zones et matières contaminées, le démantèlement, les expositions médicales et les situations d'urgence radiologique et actes de malveillance. Le quatrième domaine, en accord avec le développement rapide des usages des rayonnements, concerne la préservation des compétences et la transmission des savoirs entre générations.

Équilibre entre les besoins internationaux, nationaux et locaux

À l'avenir, il faudra aborder de manière explicite la question de l'équilibre à trouver entre des approches de la radioprotection harmonisées au niveau international et des solutions spécifiques déterminées par les conditions locales. En d'autres termes, un moyen terme entre la nécessité d'adopter une démarche holistique, générale et la nécessité d'appliquer le principe de précaution aux cas particuliers considérés.

L'approche holistique de la gestion du risque s'efforce de tenir compte de tous les aspects pertinents d'une situation pour parvenir à une solution cohérente et durable. La santé publique est, par excellence, un sujet qui se prête à une démarche holistique de même que la conception d'un système visant explicitement la protection radiologique de l'environnement. Pour compliquer les choses, il faut tenir compte des transferts de risque entre générations, question inévitable dès lors que l'on s'intéresse à la pérennité de nombreux risques radiologiques. À l'évidence, la mise au point d'une méthode d'identification et de gestion du risque qui coiffe toute les autres bute sur des problèmes conceptuels, scientifiques et sociaux. On se heurte aujourd'hui à des difficultés bien réelles, notamment comment traiter les substances naturellement radioactives ou les effets combinés (fumer et être exposé au radon, par exemple). Il ne fait pas de doute que les études scientifiques nous offriront des démarches nouvelles et innovantes pour quantifier et comparer les risques, mais la solution pour résoudre ces situations continuera de passer par la mise en place de mécanismes efficaces pour établir un dialogue social s'appuyant sur des faits scientifiques solides. La communauté des radioprotectionnistes devra en outre s'intéresser à l'expérience d'autres sphères d'activité (chimie, transports, autres installations industrielles).

La nécessité d'appliquer le principe de précaution dans des circonstances particulières fait presque contrepoids à l'approche holistique. Globalement, lorsqu'il est inscrit dans des règles ou règlements, ce principe dispose que, face au risque, l'imperfection de la connaissance scientifique que l'on a du sujet ne peut pas justifier le refus de réagir de manière proportionnée et efficace par rapport aux coûts. Bien que la science de la radioprotection continue de progresser, il reste des inconnues dont la plus importante d'un point de vue pratique concerne la quantification des risques aux faibles doses. Compte tenu des incertitudes, l'application du principe de précaution suppose l'adoption de mesures de protection proportionnées au risque en question par leur nature et par leur coût. Comme ces deux notions relèvent d'un jugement social, il importe d'analyser le risque radiologique en s'appuyant sur les données scientifiques pertinentes pour déterminer l'équilibre le plus efficace et le plus justifié d'un point de vue social. Cet équilibre risque d'être difficile à évaluer lorsqu'il s'agira de définir des démarches explicites pour la protection radiologique de l'environnement. La recherche de solutions passera de plus en plus par la participation de la société civile aux discussions, un changement qui pourrait avoir des effets marquants sur les politiques, la réglementation, l'application et les structures de radioprotection.

Le recours aux normes nationales et internationales donne une idée concrète des difficultés de l'arbitrage entre les différents besoins. Conçues pour une application générale, les critères numériques sont souvent formulés de la

manière suivante : « en deçà d'un critère défini, aucune mesure ne sera prise » ou « au-delà d'un certain critère, il faudra prendre telle ou telle mesure ». Cette démarche peut poser des problèmes si l'on souhaite l'appliquer à des situations locales spécifiques et si les différentes parties prenantes ne sont pas d'accord avec les jugements qui ont présidé, de manière implicite ou explicite, au choix des critères numériques.

Protection du public et des travailleurs

Dans la pratique, la nécessité de recourir à un arbitrage entre les aspects locaux, nationaux et internationaux des décisions ressortira des discussions concernant la protection du public et des travailleurs. Comme les groupes intéressés par ces deux situations de protection sont, par essence, différents, il faudra adopter diverses méthodes pour parvenir aux équilibres souhaités. Dans le cas de la protection du public, la démarche pourrait être centrée sur l'idée d'améliorer la transparence des décisions et d'établir et de préserver une vigilance citoyenne. Dans celui de la protection des travailleurs, l'équilibre sera recherché dans une culture de sûreté vivante et dynamique.

Pour ce qui est de la protection radiologique du public, il est de plus en plus fréquent de recourir à la gouvernance participative du risque, la transparence des décisions et la vigilance citoyenne pour réaliser l'équilibre nécessaire entre des besoins multidimensionnels. Ces concepts sont complémentaires au sens où la gouvernance participative du risque représente le « mécanisme public institué » que les pouvoirs publics mettent en place pour traiter les risques et la vigilance citoyenne, le mécanisme de vérification et de rééquilibrage individuel que les populations concernées établissent pour s'assurer que l'identification et la gestion du risque sont conformes aux attentes de la société. On obtient ainsi un partenariat public/privé, par essence pluridisciplinaire, et qui se fonde sur des outils scientifiques pour documenter les échanges, débats et délibérations en présence d'incertitudes. Cette approche peut présenter des difficultés substantielles d'ordre juridique et structurel pour les autorités de contrôle et imposer des arbitrages entre perceptions locales et nationales (des risques, des avantages, des coûts et des priorités, notamment).

La protection radiologique des travailleurs repose sur le maintien d'une culture de sûreté dynamique. Dans son acception générale, la culture de sûreté revient à se demander si l'on a fait tout ce qui était possible pour réduire les expositions. Par essence, cette attitude suppose de prendre en compte la situation particulière, mais la tendance est à l'intégration des problèmes de radioprotection au cadre général de la gestion de la santé et de la sécurité des travailleurs.

Le périmètre de la radioprotection qui, en tant que spécialité professionnelle, ne cesse de s'élargir, pose un défi particulier. Le développement rapide des

utilisations médicales et industrielles des rayonnements impose aux professionnels actuels de traiter tous les aspects, de même que les diverses catégories d'utilisateurs doivent désormais connaître les risques liés à l'utilisation des rayonnements. Quant à l'industrie nucléaire, le ralentissement de l'activité des vingt dernières années n'a pas contribué à attirer de nouveaux spécialistes pour remplacer la main d'œuvre toujours plus âgée. Il s'agit donc aujourd'hui former davantage de professionnels à l'université ou dans les filières l'enseignement professionnel et de mettre au point des méthodes de formation en entreprise plus efficaces. Ce faisant, il faudra tenir compte du développement des usages médicaux et industriels des rayonnements ainsi que d'une renaissance éventuelle de l'industrie nucléaire. Les mécanismes de préservation et d'échange d'expérience joueront à cet égard un rôle primordial (par exemple, le Système international d'information sur la radioexposition professionnelle – ISOE). La conception et les objectifs d'exploitation des futurs réacteurs (les réacteurs de quatrième génération, notamment) devront se fonder sur la technologie et les procédés actuels les plus modernes.

La protection radiologique dans des circonstances particulières

Nous avons identifié quatre situations pratiques auxquelles il faudra prêter une attention particulière en analysant l'état actuel de la science et de l'expérience en radioprotection et l'évolution sociale. Il s'agit (a) de la libération des zones et matériaux contaminés ; (b) du démantèlement des installations nucléaires ; (c) des expositions médicales et des situations d'urgence radiologique et (d) de l'utilisation malveillante de substances radioactives.

- a) Les zones et matériaux contaminés représentent un défi particulier pour le système de protection radiologique. La doctrine de la Publication 60 de la CIPR préconise de traiter comme des situations d'intervention les situations existantes (c'est-à-dire un fond naturel élevé de rayonnement ou une contamination résiduelle importante due à des pratiques anciennes non réglementées) et les situations post-accidentelles, ce qui revient à leur appliquer un système de protection différent de celui que utilisé pour une pratique intégralement réglementée. Il n'est pas facile d'expliquer aux populations touchées cette différence d'approche qui est d'ailleurs elle-même difficile, voire impossible, à mettre en œuvre. De même, pour les matériaux contaminés, les critères radiologiques universels convenus pour les échanges de produits alimentaires et de biens à l'issue de débats passionnés n'ont jamais été vraiment appliqués uniformément. Il s'agit là de situations représentatives des difficultés que présente la recherche d'un équilibre entre l'harmonisation internationale, en particulier de

critères numériques, et la nécessité de trouver des solutions locales adaptées à chaque cas particulier. Dans le cas de la contamination de l'environnement, la tendance consisterait à intégrer des considérations plus générales, comme éviter l'accumulation dans l'environnement, plutôt que de se fixer sur les doses reçues par les espèces humaines ou non humaines. L'expérience que le CRPHH a de la démocratie participative et de la gestion des situations d'urgence nucléaire serait très probablement transposable à ce genre de situations.

- b) Le démantèlement des installations nucléaires représente une application particulière des approches adoptées pour la libération des zones et des matériaux. Toutes les centrales nucléaires, mais aussi d'autres installations nucléaires et des réacteurs de recherche, atteindront un jour la fin de leur vie utile. Le démantèlement est le procédé qui permet d'éliminer de manière optimale les sources de risque radiologique et de libérer l'installation des contrôles réglementaires. Certains sites pourront être réutilisés pour d'autres activités à caractère nucléaire et d'autres seront soumis à des restrictions d'utilisation dues aux niveaux de contamination résiduelle, mais, dans la plupart des cas, le démantèlement vise une libération inconditionnelle du site à long terme. Le processus conduisant à la libération du site reposera, du moins en partie, sur des interactions avec les différentes parties, et intégrera la contribution des travailleurs, des populations vivant dans la région et des municipalités locales. Les solutions seront à trouver dans l'équilibre entre des considérations nationales (voire internationales) et les préoccupations des intéressés sur place. Elles recueilleront l'adhésion lorsque l'on sera parvenu à s'entendre sur les coûts et avantages perçus des divers niveaux d'assainissement et sur les utilisations possibles du site à long terme. D'après les tendances actuelles, le démantèlement rapide serait l'option privilégiée par opposition au démantèlement différé ou à la mise sous cocon à long terme. Sur ces durées plus courtes, on compte moins sur la décroissance radioactive pour réduire les niveaux d'exposition que sur de bonnes pratiques de radioprotection et sur l'optimisation.
- c) En raison de la pression sociale et des progrès techniques rapides, les usages médicaux des rayonnements se multiplient et constituent désormais la principale source artificielle d'exposition aux rayonnements. Le dernier rapport de l'UNSCEAR (UNSCEAR, 2000) note, au cours des dernières décennies, une hausse régulière du nombre par habitant d'actes médicaux qui font appel aux rayonnements ionisants, avec une hausse correspondante de l'exposition collective. Outre le nombre d'actes médicaux, c'est aussi la dose correspondant à

certaines actes de radiologie interventionnelle récents qui augmente. L'évolution géographique des niveaux de soins consécutive au progrès économique dans les pays en développement et les avancées technologiques dans les pays développés laissent entrevoir des augmentations supplémentaires. Les contrôles réglementaires et la formation professionnelle ne parviennent pas à suivre le rythme du progrès des techniques et appareils de radiodiagnostic et de radiothérapie. Pour ce qui concerne les expositions médicales, les approches et structures réglementaires peuvent varier considérablement d'un pays à l'autre, mais il est clair que la mise en place des mécanismes permettant d'assurer l'optimisation des expositions ne se fera pas sans dialogue entre les autorités réglementaires, les praticiens, les industriels et les patients.

- d) Un nouveau défi est apparu depuis peu, la conduite à tenir face à des actes de malveillance faisant appel à des substances radioactives ? Comme il est vraisemblable que ces actions seront dirigées contre des environnements urbains et des populations importantes, les problèmes en question seront d'ordre à la fois technique et social. D'un point de vue technique, préserver la santé du public présente quelques difficultés substantielles, à savoir l'évaluation des doses internes à grande échelle, la nécessité de trouver les ressources indispensables pour traiter des dizaines, voire des centaines, de victimes fortement irradiées et la caractérisation de la contamination dans des environnements urbains complexes. Pour ce qui concerne l'aspect social, il est clair que de nombreuses personnes ayant reçu une exposition minimale, voire nulle, exigeront d'être rassurés sur leur état de santé, ce qui nécessitera des dépistages, un suivi sanitaire à long terme, des études épidémiologiques. Le retour à une situation normale et les opérations de remise en état revêtiront une importance cruciale, y compris les opérations d'assainissement de zones publiques et privées, l'indemnisation des dommages, etc. Ensemble, ces problèmes mettront les autorités publiques à rude épreuve et pourraient ébranler la confiance et le crédit que les citoyens accordent à leurs administrations publiques. L'expérience tirée des exercices d'intervention en cas d'urgence dans les centrales nucléaires, par exemple les exercices INEX qu'organise le CRPPH, sera, en partie du moins, applicable à ces situations, de même que l'expérience acquise par le CRPPH, à travers les ateliers de Villigen, sur la participation de la société civile ainsi que les enseignements des opérations de remise en état à la suite de l'accident de Tchernobyl. Il y aura donc lieu de « transposer » ces expériences au contexte spécifique, qu'il s'agisse de préparation aux urgences ou de situation post-accidentelle.

Préserver et transmettre les compétences

Au-delà de l'impératif de grossir les effectifs de spécialistes et de mieux former les praticiens, il convient de gérer les savoirs en radioprotection. En cela, nous faisons référence à l'expérience du contexte qui s'acquiert avec la pratique et les enseignements qu'elle apporte, et qui évite d'avoir toujours à réapprendre. Pour éviter la perte (ou la dilution) de la base de connaissances et ainsi que l'apparition de hiatus entre générations ou entre pays développés et en développement, les principales organisations internationales concernées feront œuvre utile en assurant la gestion des savoirs. Le CRPPH sera appelé à combler ces lacunes dans les savoirs.

Conclusions

Un retour sur les dix à quinze années passées révèle l'importance de l'action du CRPPH lorsqu'il s'efforce de faire comprendre à ses membres les enjeux pour la radioprotection et qu'il travaille à la recherche de solutions viables. Le dialogue entre le CRPPH et la CIPR au cours de l'élaboration des nouvelles recommandations de cette commission a été largement apprécié. Or, si les bases de la science de la radioprotection n'ont pas varié et si les principes fondamentaux restent identiques, la société a évolué et plusieurs événements ont modifié la façon dont la protection radiologique est mise en œuvre. Ces changements ont des effets sur le rôle des spécialistes de radioprotection dans les organisations et la société et constituent des défis pour l'évolution future de la profession. Le CRPPH a discerné quelques problématiques essentielles pour l'avenir de la pratique de la radioprotection. Il s'agit de la nécessité d'arbitrer entre des considérations locales, nationales et internationales, de faire participer le public et les travailleurs à la protection radiologique et de préserver les compétences et transmettre les acquis aux générations futures. Quatre types de situations pratiques à approfondir ont été également repérées : les zones et matières contaminées par le passé, le démantèlement des installations nucléaires, l'augmentation des expositions médicales et des situations d'urgence radiologique, y compris des actes de malveillance. Dans les années qui viennent, le CRPPH s'attachera, aux côtés de ses membres, à approfondir ces sujets et à s'assurer que la pratique de la radioprotection continue de reposer de solides bases.

INTRODUCTION

Dans l'ensemble, les spécialistes de radioprotection sont toujours convaincus que l'approche actuelle de la radioprotection constitue une base solide pour protéger le public, les travailleurs et l'environnement des effets nocifs des rayonnements ionisants. Toutefois, il convient de rappeler que ces principes, politiques, normes, règlements et bonnes pratiques sont la résultante d'une série continue de changements intégrant les progrès scientifiques, l'évolution de la société et l'expérience acquise au gré des applications du système et des nouveaux problèmes (radon, accidents, par exemple). L'importance de ces changements au cours des dix à quinze dernières années justifie que l'on s'arrête pour faire le point et mieux discerner ainsi la voie à suivre ensuite.

Ces bilans occasionnels sont l'une des tâches principales du CRPPH. Ils servent à « prendre le pouls » du système de protection radiologique et notamment à vérifier s'il répond aux besoins actuels du monde d'aujourd'hui. Le dernier exercice en date a débouché sur l'Opinion collective du CRPPH de 1994 qui a servi ensuite de feuille de route au comité pour les dix ans qui ont suivi. Ce document trouvait sa justification dans la publication des nouvelles recommandations de la CIPR, la Publication 60, qui elle-même se fondait, du moins partiellement, sur les dernières estimations du risque donnée par l'étude des survivants d'Hiroshima et de Nagasaki.

Si, à l'époque, le changement se justifiait par de nouveaux résultats scientifiques, nous n'avons pas aujourd'hui de raison unique et importante. Au contraire, les évolutions auxquelles nous assistons ont plusieurs origines. Les progrès des sciences de la radioprotection continuent de soulever des questions importantes susceptibles de bouleverser notre compréhension du risque et notre manière de l'évaluer. Les études épidémiologiques actuelles laissent entrevoir de nouveaux résultats (par exemple, des maladies non cancéreuses ou réactions à des expositions chroniques) tandis que la radiobiologie explore des mécanismes auparavant inconnus (effet abscopal, effets non ciblés, instabilité génétique, sensibilité individuelle). Ensemble, ces découvertes viennent parfois remettre en cause l'application simple et universelle du principe selon lequel la dose est proportionnelle au risque, employée de longue date. L'évolution sociale

a également incité le système à changer, apportant la démocratie participative et la concertation aujourd'hui devenue la règle. Cette évolution, parfois associée à une perte de confiance dans la technologie et les institutions, change la façon dont on perçoit les objectifs de la radioprotection. Enfin, la pratique du système actuel s'est révélée une bonne école. Certains aspects du système, comme la différence artificielle entre les pratiques et les interventions ou l'application de critères universels pour l'exclusion ou l'exemption sont apparus difficiles à appliquer. D'autres approches ont été mises au point pour régler des situations présentant des difficultés, notamment des démarches adaptées à chaque site pour la libération des matériaux et des sites ou le recours à des niveaux d'intervention en cas d'urgence pour les besoins de la planification seulement. Toutes ces influences, indépendantes ou en combinaison, ont façonné le système de protection radiologique que nous connaissons aujourd'hui, influant par là-même sur la manière dont les problèmes actuels et futurs seront résolus ou pourront l'être.

C'est en regardant où nous en sommes aujourd'hui et comment nous y sommes parvenus que nous pouvons sonder l'avenir pour identifier les sujets qui pourront constituer des défis ou les problèmes actuels qu'il faudra aborder différemment en raison des changements intervenus. Les principales préoccupations de demain peuvent être grossièrement rattachées à la santé des populations, l'environnement et le développement durable. En général, on constate un renforcement du lien entre la qualité de la vie (par exemple, santé, qualité et accessibilité des services) et la qualité de l'environnement (aujourd'hui et demain). Au-delà de la nécessité de gérer la radioactivité dans l'environnement et de maintenir aussi bas que raisonnablement possible les expositions résultantes, on s'intéresse de plus en plus à la façon dont l'approche actuelle de la protection peut, de manière optimale et durable, préserver la qualité sanitaire et l'environnement à long terme. Pour traiter ces questions, il faut une démarche holistique incluant les individus et le système au niveau national mais aussi international. Par essence, cette démarche fait une large place aux opinions locales. C'est en effet à ce niveau que le spécialiste de radioprotection trouve l'occasion de mettre ses compétences scientifiques à profit pour résoudre des problèmes. Toutefois, ce n'est pas seulement la politique suivie qui est remise en cause, mais les applications. On citera les progrès technologiques dans le domaine médical qui augmentent de manière significative les expositions, la possibilité de contaminations ou d'expositions importantes provoquant la panique due à un usage malveillant de substances radiologiques ou nucléaires. Enfin, pour notre bien-être futur, il nous faut trouver des solutions à des problèmes tels que l'éducation, la culture de sûreté et sa préservation et la transmission des savoirs. Les sections qui suivent du présent rapport nous permettront d'approfondir ces sujets, les raisons pour lesquelles ils constituent des défis, et d'évoquer certains aspects particuliers à étudier.

OÙ EN SOMMES-NOUS ?

Possédant une idée claire de la situation actuelle et des voies par lesquelles les progrès scientifiques et l'évolution sociale nous y ont conduit, nous sommes en mesure de nous projeter dans les cinq à dix années qui viennent pour tenter de déterminer quels seront les grands défis pour la politique, la réglementation et les opérations au jour le jour. Bien que l'on ne puisse affirmer que ces défis auront bien lieu, le seul fait de se projeter dans l'avenir et d'acquérir les connaissances et les méthodes nécessaires pour mieux évaluer et gérer le risque permettra aux gouvernements d'être les mieux placés pour protéger le public, les travailleurs et l'environnement au cas où surviendrait l'un de ces problèmes liés à l'exposition aux rayonnements ionisants.

Remises en cause scientifiques du paradigme actuel

La recherche scientifique nous permet d'apprécier toujours mieux les risques radiologiques. Par le passé, la complexité de la radiobiologie et de la cancérogenèse a imposé des évaluations reposant essentiellement sur des études épidémiologiques macroscopiques de populations exposées d'hommes, d'animaux, d'insectes et de plantes. Toutefois, des études à l'échelle microscopique qu'ont rendues possible la biologie génétique et cellulaire moderne ont contribué de manière significative à notre compréhension des réactions de l'homme et de l'environnement lorsqu'ils sont exposés à diverses sortes de rayonnements ionisants dans différents types de situations. Malgré cela, il est toujours périlleux d'utiliser les résultats des études épidémiologiques et radiobiologiques pour décider de la manière de gérer le risque, lorsqu'il subsiste des incertitudes scientifiques. Il s'agit là d'un aspect sur lequel l'opinion collective du CRPPH de 1994 avait mis le doigt :

Cependant, on estime de plus en plus que les futurs progrès de la biologie permettront d'autres percées dans les connaissances scientifiques fondamentales qui pourraient avoir une influence sur les principes et la doctrine de la radioprotection. Ces avancées pourraient entraîner des modifications de la relation dose-effet et des modèles de risque, et donner naissance à des techniques d'analyse génétique permettant de détecter spécifiquement les tumeurs radio-induites se surajoutant au bruit de fond de l'incidence des cancers.

Au niveau microscopique, la recherche au cours des dix dernières années a apporté des preuves supplémentaires de l'existence de divers effets, notamment l'effet abscopal, les effets non cancérogènes, la réponse adaptative et de mécanismes qui se dérouleraient au niveau cellulaire. Mais il subsiste de nombreuses questions :

- On multiplie les preuves scientifiques tendant à démontrer qu'il est discutable d'additionner les différents types d'exposition (par exemple, interne et externe, à TEL élevé et à TEL faible, doses aux différents organes, etc.) dans la mesure où la somme obtenue, en Sieverts, ne représenterait pas correctement le détriment global dans tous les cas.
- Les preuves scientifiques de l'existence au niveau cellulaire de réponses non ciblées et adaptatives et d'effets retardés s'accumulent. On ignore toutefois si cela signifie qu'il existe un seuil de dose « pratique » en dessous duquel le risque est nul (voire même positif).
- La recherche scientifique tend à prouver que certains individus seraient génétiquement plus prédisposés que d'autres à avoir des cancers radio-induits. On ignore toutefois quelle est l'importance de cette susceptibilité et quel pourcentage de la population elle concerne.

En revanche, les études épidémiologiques à grande échelle et les méta-analyses tendent à confirmer, au niveau macroscopique, l'idée que les risques moyens sont grosso modo linéaires à des niveaux d'exposition de plus en plus bas (actuellement jusqu'à environ 100 mSv). Quant aux études épidémiologiques, qui ont permis d'abaisser de manière significative l'incertitude sur les estimations des risques, elles atteignent aujourd'hui leurs limites si l'on considère la taille des populations à étudier pour démontrer de manière statistique qu'il existe un risque à des faibles niveaux d'exposition. En outre, les études épidémiologiques les plus récentes suggèrent l'existence de risques radio-induits non cancéreux qui ne sont pas néanmoins statistiquement significatifs.

Ces conclusions sont dans l'ensemble préliminaires et doivent être approfondies, mais elles soulèvent de nombreuses questions qui pourraient avoir des répercussions substantielles sur la politique, la réglementation et la pratique de la radioprotection. La recherche laisse donc penser que notre conception scientifique actuelle de la dose et de sa relation au détriment pourrait être sérieusement ébranlée, voire nécessiter une réflexion approfondie. Il faudra donc assurément approfondir les rapports entre la science et la politique de la radioprotection à mesure que la connaissance scientifique progressera.

Il existe une autre forme de « pression » sur le système, qui mérite un approfondissement scientifique, à savoir la réponse à la question « Qui

protégeons- nous ? ». À l'heure actuelle, les résultats scientifiques plaident en faveur d'une évaluation du risque pour l'individu moyen. Mais l'on ne cesse de recueillir des données sur des catégories plus précises (âge, sexe, prédisposition génétique, etc.), les tests génétiques et la connaissance de la susceptibilité génétique progressent, les capacités de modélisation informatique et les modèles s'améliorent considérablement et sont désormais beaucoup plus proches de la modélisation individuelle. Les données sur les risques ne permettent pas d'estimer le risque individuel, mais on perçoit de plus en plus une volonté de la société de pouvoir le faire. Il importera, par conséquent, que la communauté des radioprotectionnistes se pose la question de savoir s'il faut particulièrement protéger des groupes spécifiques. Cela pourrait en effet modifier notre vision des objectifs de protection et la manière dont elle est optimisée.

Les travaux du groupe d'experts du CRPPH sur les implications de la science de la radioprotection (EGIS) contiennent des analyses plus approfondies des répercussions que la recherche scientifique dans ces domaines pourrait avoir sur la politique, la réglementation et la pratique de la radioprotection.

Changements sociaux et radioprotection

La société et sa conception de la protection contre les rayonnements ionisants ont considérablement évolué au cours des dernières décennies. La radioprotection est née, avant la seconde guerre mondiale, de la volonté de la communauté médicale de se protéger ainsi que ses chercheurs des effets déterministes néfastes des rayonnements ionisants, après la découverte d'effets génétiques des rayonnements sur la mouche du fruit. Avec les recherches sur les armes atomiques entreprises dans le cadre du Manhattan Project, l'intérêt se porta davantage sur la description plus physique des transferts et de l'absorption d'énergie et sur la détection, de plus en plus fine, de tous les types de rayonnements. C'est alors que l'on élaborait les premières normes de radioexposition, centrées sur des effets déterministes. Toutefois, les explosions de Hiroshima et de Nagasaki allaient braquer les projecteurs sur le potentiel cancérigène de l'exposition aux rayonnements ionisants, qui devait progressivement se placer au cœur de la doctrine de la protection radiologique.

À partir des mouvements sociaux qui ont marqué les années 60, on a vu peu à peu tomber les barrières qui, fut un temps, interdisaient l'accès aux décisions et processus de décision relatif à l'évaluation et à la gestion du risque. Il est révolu le temps où des fonctionnaires et techniciens pouvaient, seuls dans leur tour d'ivoire, décider de la protection du public en leur âme et conscience. On ne compte plus aujourd'hui les groupes et individus qui souhaitent être associés, à divers niveaux de la démocratie participative, aux débats et décisions concernant la santé publique et la protection de l'environnement. On y trouve

des membres du public qui sont exposés à des risques particuliers, des groupements, associations, ONG locaux ou nationaux, voire même des administrations publiques fédérales, nationales et locales qui ne sont pas directement responsables de la décision. Tous estiment que leurs points de vue et leurs préoccupations doivent être pris en compte dans tout processus de décision. Ces individus et groupes, de même que les autorités réglementaires responsables et, le cas échéant, l'exploitant du procédé ou de l'entreprise à l'origine du risque, sont désormais considérés comme des parties prenantes. Leur participation à la définition du périmètre de la décision et au processus de décision concernant divers types de risques pour le public, les travailleurs ou l'environnement est de plus en plus courante. Les parties prenantes remettent en cause le rôle de la science et des autorités dans la décision concernant le risque et exigent que l'on impose aux responsables de la gestion des risques de justifier leurs décisions. L'opinion collective du CRPPH de 1994 voyait dans cette attitude un nouveau défi :

En outre, on admet mieux aujourd'hui la dimension sociale des décisions de radioprotection, que ce soit au niveau de la gestion des ressources humaines ou de la maîtrise de l'impact des activités nucléaires à grande échelle, y compris les accidents possibles. Cela nécessite, d'une part, d'améliorer les mécanismes de participation des partenaires sociaux et du public à la prise de décision et, d'autre part, de rechercher une intégration plus étroite de la gestion des risques radiologiques à celle d'autres substances ou situations dangereuses.

L'importance que prend la participation de la société civile aux décisions de radioprotection a non seulement modifié notre perception des principes de justification, d'optimisation et de limitation et du rôle du spécialiste de radioprotection lors de l'évaluation et de la gestion des risques ; elle a changé aussi le poids relatif des circonstances particulières et des critères harmonisés reconnus internationalement. Le rôle capital de cette participation pour régler de nombreuses situations à risque est désormais largement admis. Il s'agit maintenant d'optimiser les structures et mécanismes facilitant cette concertation.

L'intérêt croissant pour les décisions relatives aux risques traduit de multiples aspects de l'évolution sociale et scientifique. Grâce aux médias et, en général, à la société de l'information, nous sommes tous en mesure aujourd'hui d'accéder à l'information sur le risque. En même temps, les merveilles technologiques que l'on pouvait espérer après la seconde guerre mondiale, n'ont pas vu le jour, d'où un certain scepticisme à l'égard de la science et des institutions publiques. Ajoutons à cela la prise de conscience que la science n'est qu'une part de la vérité à considérer lorsqu'il faut porter des jugements sur

des sujets tels que la sûreté et la sécurité ou encore la protection de la santé et de l'environnement. L'on voit donc de plus en plus les valeurs sociales prendre autant d'importance dans la décision que les faits scientifiques purs. Parallèlement, la technologie et l'information font que tout individu possède une plus grande maîtrise de la gestion de ses propres risques.

Ces changements qui, globalement, reflètent la façon dont ont évolué la place et le rôle de l'individu dans la société, sont intervenus alors que la société se mondialisait et que s'imposait une harmonisation sociale mondiale. La notion de développement durable et la prise de conscience des héritages transmis d'une génération à l'autre ont prolongé la perspective dans toutes les discussions relatives à la planification, d'autant qu'il s'agit d'évaluer le progrès, de déterminer la marge dont on devrait ou dont on peut disposer, et de déterminer les objectifs et la durée prévue des projets. Ces considérations d'ordre planétaire plaident en faveur d'une dose d'harmonisation internationale.

Pourtant, alors même que l'on prend conscience de la dimension universelle de ces aspects, les circonstances locales pèsent de plus en plus lourd dans les décisions relatives aux risques radiologiques, une tendance qui a plusieurs implications. Assurément le traitement du risque n'obéit pas à une seule et unique logique, et il n'existe pas de contradiction sociale inhérente dans le fait que la gestion des risques ne soit pas abordée partout de manière comparable ou équivalente, du point de vue des préoccupations des parties intéressées et de la répartition des ressources notamment. De même, des aspects importants au niveau international peuvent être jugés secondaires au niveau national, et les priorités locales ne seront pas identiques aux priorités nationales. À titre d'exemple, les particularités et préoccupations locales jouent un grand rôle dans le choix du site de nouvelles installations ou les discussions concernant les émissions d'installations en service, et les débats sur différents sites peuvent d'ailleurs aboutir à des critères numériques des solutions pratiques qui ne seront pas identiques.

Par ailleurs, l'environnement est tellement ancré dans les consciences que l'on associe de plus en plus et à des niveaux divers la santé publique et celle de l'environnement. C'est ainsi que le public réclame bien souvent un environnement propre au nom de sa « qualité de vie » et de son « bien-être ». Ces notions, en tant que valeurs sociales et faits scientifiques, sont au centre de nombreux processus de décision et décisions aujourd'hui.

Enfin, l'opinion selon laquelle la radioprotection, qui a gardé quelque temps son indépendance, devrait être intégrée à la sphère plus générale de la santé publique, gagne du terrain. Cette conception redéfinit l'évaluation et la gestion des risques radiologiques, comme on l'a fait pour la protection de

l'environnement, de façon à pouvoir appréhender globalement ces risques avec bien d'autres risques et problèmes à régler pour parvenir à un bon niveau de santé publique de manière équilibrée.

Expérience et enseignements acquis

À côté de l'évolution scientifique et sociale mentionnée ci-dessus, la pratique de la radioprotection au cours des quinze dernières années a permis d'accumuler une riche expérience et une profusion d'enseignements pratiques. Il est de plus en plus clair, notamment, que toutes les sources et situations d'exposition peuvent et doivent faire l'objet d'un contrôle. Corollaire de cette proposition, la gestion des risques, qui normalement peut s'intégrer à un cadre général assez vaste, sera fortement subordonnée aux circonstances spécifiques.

L'aspiration de notre société à une démocratie toujours plus participative pousse le système actuel à évoluer, notamment dans la direction qu'avait formulée pour la première fois le Président de la CIPR dans son article consacré à la « dose maîtrisable »*. Plus précisément, les individus estiment que tous les risques sont gérables à un niveau ou à un autre, souhaitent participer à la gestion des risques qu'ils courent et se sentent capables de le faire. À titre d'exemple de remise en cause par la pratique de l'approche actuelle on peut citer la distinction artificielle entre pratiques et interventions qui était au centre des recommandations de la CIPR de 1990. Cette distinction avait été jugée poser des problèmes pratiques même dans l'Opinion collective de 1994.

Il est difficile de faire comprendre au public et de lui faire accepter le raisonnement selon lequel les limites de dose s'appliquent dans le cas des pratiques, mais pas dans celui des interventions visant à réduire les expositions existantes, telles que celles résultant d'une contamination due à des pratiques ou à des situations d'urgence antérieures. Il faut donc s'efforcer de mieux faire comprendre au public les différences existant entre les stratégies mises en oeuvre pour limiter les doses résultant de pratiques et d'interventions, tant d'un point de vue conceptuel que concret.

Dans l'esprit de la publication de la CIPR de 1990, il était approprié de fixer une « borne supérieure » (c'est-à-dire des limites ou contraintes) aux expositions résultant d'accidents ou de situations identifiées, parce que ces circonstances sont, par nature, imprévisibles. En outre, on estime qu'en dessous d'un niveau d'intervention prédéfini, il n'est, très probablement, plus justifié de

* Roger Clarke, « Control of low-level radiation exposure: time for a change? » *J Radiol. Prot.* 19 107-115.

prendre des mesures. Les valeurs sociales que l'on voit poindre aujourd'hui laissent augurer un déplacement des centres de préoccupation. Depuis 1994 surtout, l'expérience montre qu'il n'y a pas lieu de continuer de traiter différemment les pratiques et interventions. En général, on estime plus maîtrisable la réaction aux situations qualifiées d'interventions, et les circonstances particulières de la situation analysée sont déterminantes pour la décision. Cette capacité intrinsèque de maîtriser les mesures nécessaires pour réduire les expositions permet de se concentrer désormais sur l'optimisation de la protection sous réserve que les expositions soient maintenues le plus possible en dessous d'une borne supérieure choisie de manière rationnelle (c'est-à-dire pour éviter les effets déterministes, refléter les bonnes pratiques industrielles, tenir compte de l'ampleur des expositions naturelles et des efforts nécessaires pour changer, veiller à une répartition équitable des expositions, etc.).

Ce déplacement des priorités se manifeste dans les réactions des décideurs à l'application des contre-mesures d'urgence lors des exercices de crise nucléaire. Les exercices INEX organisés par l'AEN ont montré sans ambiguïté que les niveaux d'intervention, certes efficaces comme outils de planification pour estimer l'importance nécessaire des moyens de réaction, ne sont en général pas pris en compte au moment de décider s'il faut ou non mettre en œuvre une action de protection. Les décisions de protection sont axées plutôt sur l'optimisation de la protection de façon à abaisser les doses résiduelles au niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre.

Les recommandations de la CIPR actuellement en chantier tiennent compte de ces préoccupations car elles proposent une optimisation sous contrainte quelles que soient les situations (prévues, d'urgence et existantes) et n'imposent pas pour l'optimisation de bornes inférieures en-deçà desquelles aucune action ne serait justifiée.

En dehors de la notion de maîtrise, le poids des circonstances spécifiques a conduit à prendre des décisions qui dérogent à l'application stricte de critères internationaux universaux souvent évoqués dans la littérature actuelle au profit de l'optimisation ponctuelle en fonction des conditions spécifiques, un phénomène que l'on observe tout particulièrement lorsqu'il s'agit de libérer des substances radioactives des contrôles réglementaires. Là encore, la doctrine décrite dans la Publication 60 de la CIPR a été interprétée comme signifiant que l'on peut établir des valeurs génériques en-dessous desquelles certaines mesures réglementaires ne seraient pas justifiées, ce qui permettrait d'en exempter les expositions situées en deçà de ces valeurs. Si l'on s'est servi de valeurs génériques (la valeur de 10 μSv est souvent citée) pour prendre des décisions, leur application générale pour la libération des contrôles réglementaires de substances (solides, liquides ou gazeux) contenant de la radioactivité n'a pas

toujours été acceptée. Au contraire, dans le cas de la libération des sites après assainissement ou de la libération des matériaux à stocker, recycler ou réutiliser ou encore des rejets d'effluents gazeux ou liquides, les discussions au niveau local, centrées sur le site concerné sont la norme pour identifier la protection optimale à appliquer, parfois en utilisant à titre indicatif ou comme point de départ des valeurs standard.

Une question est intimement liée à cet aspect et n'a toujours pas trouvé de réponse : la définition de la portée du système de protection radiologique et de sa mise en œuvre réglementaire. L'approche actuelle définit des situations d'exposition qui peuvent être exclues du champ de système de protection radiologique selon qu'elles peuvent être contrôlées ou non. Elle définit également des niveaux d'exemption en dessous desquels certaines exigences réglementaires sont levées. C'est aux autorités nationales de contrôle, à qui il est en général demandé de régler tous les problèmes radiologiques connus ou portés à leur attention dans le cadre de leurs attributions légales, qu'il reviendra de décider de la meilleure manière de mettre en œuvre les principes de protection radiologique. Le rapport de l'AEN consacré au processus d'autorisation réglementaire (AEN, 2006) examine le sujet de manière approfondie et laisse entendre que les concepts d'exclusion et d'exemption ne seraient pas essentiels à l'efficacité de la réglementation de la radioprotection.

À côté de ces enseignements, il convient d'évoquer plusieurs secteurs dont l'essor récent, ou dans un futur immédiat, se traduira par des besoins et des défis en radioprotection dans la mesure où les politiques et la réglementation sont en général légèrement en retard par rapport à des applications au développement rapide. Le démantèlement des installations nucléaires est désormais une activité industrielle à part entière, qui est appelée à se développer encore avec la multiplication des installations à démanteler. Dans ce domaine, l'AEN s'efforce, depuis un certain temps, de faciliter les échanges d'expérience et de préserver la culture de sûreté dans les démarches de radioprotection. Dans un secteur complètement différent, les techniques, diagnostiques et thérapeutiques en médecine progressent et évoluent rapidement, et les expositions correspondantes des patients et du personnel médical augmentent très vite. Ces deux secteurs en plein essor exigent des spécialistes de la radioprotection une attention particulière au sens où il leur revient de s'assurer que tous les intéressés possèdent les cultures de sûreté efficaces et opérationnelles qu'il convient. Nombreuses sont les circonstances où l'expérience a démontré l'efficacité de traiter ces sujets de manière holistique avec une large participation des différents groupes intéressés si l'on veut intégrer de manière satisfaisante la complexité intrinsèque de la situation.

Historique

Les principes de radioprotection ont été initialement établis par des radiologues et des chercheurs dans le domaine afin de se protéger eux-mêmes des effets nocifs des rayonnements apparus au début du 20^{ème} siècle. Avec le temps et les évolutions des utilisations des rayonnements et des appareils produisant ces rayonnements, ces principes ont dû intégrer la nécessité de protéger les patients, les travailleurs et finalement le public. Il est question aujourd'hui de les étendre à la protection radiologique de l'environnement. Tout au long de cette évolution qui a duré une centaine d'années, la protection radiologique s'est adaptée de manière pragmatique pour pouvoir traiter efficacement les problèmes nouveaux et émergents, s'appuyant pour s'orienter sur l'égalité (principe de limitation), sur le principe de précaution en devant l'incertitude (par l'intermédiaire de la dose linéaire sans seuil et de son application à l'optimisation) et de la responsabilité (principe de justification).

Le système de radioprotection la CIPR a évolué au gré des parutions périodiques des « recommandations générales », suivies d'une ou de plusieurs recommandations supplémentaires pour régler des problèmes particuliers apparus entre-temps. De cette manière, sur le système fluide et harmonieux que décrivent les recommandations générales venaient se greffer des interprétations des recommandations générales ou de nouvelles approches destinées à résoudre les problèmes d'actualité. C'est pourquoi les recommandations générales qui suivaient s'efforçaient d'effectuer une synthèse harmonieuse des ajouts et des nouvelles méthodes dans un nouveau système unique et cohérent de protection radiologique. Ce phénomène s'est produit à plusieurs reprises, et l'on a eu successivement les premières recommandations véritablement générales contenues dans la Publication 1 de 1959, puis de nouvelles recommandations générales dans la Publication 9 (1966), la Publication 26 (1977) et enfin de la Publication 60 (1990). Parmi les problèmes et circonstances qui ont incité à réévaluer ces recommandations générales on retiendra les progrès scientifiques, notamment une nouvelle évaluation de la dosimétrie des victimes des bombes d'Hiroshima et de Nagasaki, ou des événements tels que l'accident de Tchernobyl ou encore la prise de conscience de l'importance et de l'universalité de l'exposition au radon, ou encore l'évolution sociale, en particulier le rôle croissant de la société civile dans les processus de décision.

Principales étapes de l'histoire de la radioprotection

Début du 20^e siècle	Se concentre sur les effets déterministes ; définit des limites.
	Étudie les effets génétiques.
	Création de la Commission internationale des unités et des mesures de radiation.
	Création en 1928 de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR).
	Mesure quantitative des rayonnements.
Avant et pendant la 2^{ème} guerre mondiale	Accent mis sur la radiobiologie.
	Premiers critères pour les limites d'exposition.
	ALAP (As Low as Possible –aussi faible que possible).
	Manhattan Project.
	Bombes d'Hiroshima et de Nagasaki. Rôle essentiel joué par le National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP).
Années 50	Conférence Atomes pour la paix
	Fondation pour la recherche sur les effets des radiations (RERF), effets stochastiques constatés sur les cohortes d'Hiroshima et de Nagasaki.
Années 50	Recommandations générales de la CIPR en 1950, 1954.
	Création de l'UNSCEAR pour aborder de manière scientifique des problèmes politiques (prolifération, essais d'armements).
	Création en 1957 de l'AIEA.
	Création du CRPPH à l'AEN en 1957.
	Premières recommandations de la CIPR publiées en 1959 (Publication ^o 1).
De 1960 à 1990	Recommandations générales de la CIPR en 1964 (Publication 6), en 1966 (Publication 9), en 1977 (Publication 26)
	Création en 1966 de l'Association internationale de radioprotection (IRPA)
	Description pour la première fois du principe ALARA dans la publication 26 (1977).
	Globalement, stabilité du système.
	Accident de Tchernobyl.
	Plans d'urgence, exercices et gestion de crise.
	Mise au point d'un nouveau système de doses et de nouveaux coefficients de risque.
Années 90	Interprétation et application des principes de la Publication 60. <ul style="list-style-type: none"> • Justification, optimisation et limitation. • Pratiques/interventions. • Protection contre le radon.
	Nouveaux concepts de radiobiologie et radioécologie.
	Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement en 1992, marquée par l'apparition du principe de précaution et du développement durable.

Principales étapes de l'histoire de la radioprotection (Suite)

<i>2000 et au-delà</i>	Actes de terrorisme et protection des sources.
	Protection de l'environnement.
	Mise au point des futures recommandations de la CIPR.
	Accent mis sur l'optimisation dans toutes les situations d'exposition.
	Démocratie participative.

Évolutions récentes

Jusqu'à la Publication 60 de la CIPR et quelque temps après, on peut dire que les spécialistes se voyaient investis de la mission de d'éclairer des faits et preuves scientifiques en les traduisant en principes, normes et règlements de radioprotection. Or, et de plus en plus au cours de quinze dernières années, la place croissante accordée à la société civile et l'essor de la gouvernance participative du risque ont, comme nous l'avons vu, modifié la perception de la radioprotection, auparavant restreinte à l'application rigoureuse de la démarche scientifique, au profit d'une conception de la discipline assimilée à un jugement social reposant sur des connaissances scientifiques solides. Les ateliers de Villigen organisés par le CRPPH (en 1998, 2001 et 2003) ont permis d'étudier de manière approfondie les processus de concertation et ont démontré que la communauté des radioprotectionnistes devait se consacrer essentiellement à intégrer la radioprotection aux décisions sociales, non à intégrer les décisions sociales à la radioprotection. Ils ont d'ailleurs fourni des enseignements et expériences concrets dans ce domaine.

Il est de plus en plus fréquent d'associer les différents groupes intéressés à l'évaluation et la gestion des risques, et cela dans des processus décisionnels très divers. Cette évolution a déjà eu des effets concrets profonds sur le système de radioprotection qui prend forme aujourd'hui.

- Il semblerait que l'accent soit mis désormais sur des expositions maîtrisables et donc sur une protection à la source.
- Les contraintes de dose liées à la source et l'optimisation en dessous de la contrainte, tendraient à s'imposer comme méthode de protection privilégiée. Cette démarche est proposée pour toutes les situations, qu'il s'agisse de situations planifiées, de crise ou de situations existantes.
- Les décisions concernant la justification et l'optimisation sont désormais conçues principalement comme des jugements sociaux s'appuyant sur des données scientifiques concernant la radioprotection et peuvent varier dans de fortes proportions au gré des circonstances particulières.

- La logique qui préside au choix des valeurs numériques appliquées aux divers critères de protection radiologique (limites ou contraintes de dose) a évolué depuis les années 90 pour prendre en compte notamment :
 - les niveaux de la radioactivité naturelle, pour le contexte,
 - l'évaluation du risque,
 - la répartition des expositions (principe d'équité).
- L'idée que les rayonnements naturels et artificiels doivent être traités dans un seul et même cadre de radioprotection est globalement acceptée.
- La protection de l'environnement devient une dimension primordiale de nombreux processus de décision.

Dans l'ensemble, ces évolutions laissent penser que l'évaluation et la gestion du risque radiologique seront marquées par les démarches participatives et que les circonstances particulières joueront un grand rôle au point, parfois, de conduire à des solutions locales spécifiques. En tout cas, l'équilibre entre les méthodes élaborées au niveau international et les particularités locales sera au centre de la réflexion sur les futurs principes de protection radiologique.

Élaboration des futurs principes de protection radiologique

La CIPR, fortement influencée par l'évolution de la société vers plus de participation, a considérablement changé sa façon d'élaborer des principes et recommandations. Avant l'article de 1999 sur la dose maîtrisable*, ses recommandations étaient rédigées par un groupe de spécialistes plutôt fermé. Depuis son ouverture à un vaste dialogue et aux commentaires lors de la consultation des spécialistes de radioprotection au congrès international IRPA-10 d'Hiroshima en 2000, la procédure a profondément changé, de manière irréversible selon toute probabilité. La CIPR continue d'établir des textes provisoires qui sont désormais examinés avec diverses organisations et avec les groupes d'intéressés, après quoi elle rédige ses recommandations en tenant compte des commentaires reçus.

Rappelons ici que la conversion en normes internationales et réglementations nationales des recommandations de la CIPR a de tout temps exigé un gros travail d'interprétation. Le débat sur le projet de recommandations, désormais intégré au nouveau processus d'élaboration des recommandations, a, de toute évidence déporté, en amont une partie de ce

* Roger Clarke, « Control of low-level radiation exposure: time for a change? », 1999 *J Radiol. Prot.* 19 107-115

travail d'interprétation de sorte que les recommandations finales de la CIPR trouvent désormais plus facilement une traduction pratique dans les normes et réglementations. La CIPR conservera assurément un rôle central dans ce processus, mais il est vraisemblable que d'autres organisations y contribueront de plus en plus pour ce qui les concerne.

Cette ouverture met en évidence la mission qui peut être confiée à des organisations autres que la CIPR pour la mise au point, l'interprétation et l'application des principes de radioprotection. Bien que de nombreuses organisations aient de longue date apporté une contribution primordiale à la mise au point de démarches de radioprotection à la fois scientifiquement rationnelles, pratiques et applicables, leur rôle n'a pas toujours été suffisamment visible ni leurs actions correctement coordonnées. La « nouvelle » démarche que la CIPR a inaugurée pour l'élaboration de ses recommandations aura assurément un effet sur les travaux d'autres organisations pertinentes, par exemple l'AEN, l'AIEA, l'UNSCEAR, l'OMS/FAO, l'OIT, la CE et l'IRPA.

Ce sera l'occasion de revoir les rôles et attributions de toutes les organisations de radioprotection pour ce qui concerne la gestion des risques radiologiques. Le CRPPH s'est arrêté sur ce sujet lors de sa 64^{ème} session, au mois de mars 2006, à l'occasion d'une réflexion sur les spécificités de l'AEN et du Comité. Ses membres voient dans le Comité une ressource unique en son genre, aussi bien pour eux-mêmes que pour la communauté des radioprotectionnistes, parce qu'il a adopté une démarche prospective ouverte aux sujets nouveaux ou aux évolutions et qu'il sert de laboratoire où élaborer ou affiner de nouvelles idées.

À l'évidence, une bonne compréhension de la genèse des principes et recommandations de radioprotection est essentielle pour les faire évoluer, les interpréter et les appliquer. Les chapitres suivants seront consacrés aux domaines qui, sous l'effet d'influences diverses, sont susceptibles connaître des problèmes particuliers.

ASPECTS DÉTERMINANTS POUR LA PRATIQUE DE LA RADIOPROTECTION DEMAIN

De l'analyse des progrès de la science de la radioprotection, de l'expérience acquise avec la pratique et de l'évolution sociale il ressort que sera contraint, de plus en plus, de traiter de manière explicite la question de l'équilibre à trouver entre des démarches harmonisées au niveau international et des solutions locales adaptées aux cas particuliers. En général, il faudra donc mettre en place des mécanismes pour trouver l'équilibre qui permettra de faire avancer le débat qu'il s'agisse d'exposition du public et d'exposition professionnelle. Nous exposerons dans ce chapitre les points de vue du CRPPH sur ces questions.

On a identifié quatre types de situations auxquelles il convient de prêter une attention particulière lorsque l'on considère l'état actuel de la science de la radioprotection, l'expérience acquise en la matière et l'évolution sociale. Il s'agit de la libération des zones et matériaux contaminés, du démantèlement, des expositions médicales et des actes de terrorisme radiologique. Nous présenterons ici ces domaines sans ordre de priorité particulier.

Enfin, la transmission aux générations futures de radioprotectionnistes des savoirs actuels est une préoccupation constante et primordiale que nous évoquerons brièvement dans ce contexte.

Équilibre à trouver entre les besoins locaux, nationaux et internationaux

Dans des situations de protection radiologique, il est parfois nécessaire d'arbitrer entre les besoins des parties prenantes locales, c'est-à-dire ceux qui sont ou pourraient être touchés par la situation radiologique en question et les contraintes et conventions nationales et internationales qui sont nécessaires et/ou souhaitables si l'on veut parvenir à une certaine cohérence des méthodes de radioprotection au niveau mondial et maintenir les flux internationaux de personnes, de biens et de services. Les problèmes en question peuvent se résumer par la volonté, d'un côté, d'appliquer le principe de précaution (en se concentrant sur les conditions locales particulières aux cas en question) et, de l'autre, de parvenir à une approche holistique de la gestion du risque radiologique dans une perspective internationale.

Bien que cet arbitrage soit intégré aux processus de décision depuis quelque temps, l'accent mis sur la participation au cours des dernières années a eu, et continuera d'avoir, un effet sur les aspects considérés et démarches suivies lors des décisions de radioprotection. Ce sont ces deux concepts, parfois contradictoires, que nous évoquerons ci-après.

Conceptions holistiques de la gestion des risques

Position du problème

Notre mode de vie actuel est profondément marqué par les avancées technologiques du siècle dernier, qui nous ont apporté de nouveaux avantages, mais aussi de nombreux risques. Vu la complexité intrinsèque de la vie moderne (par exemple scientifique, structurelle, gouvernance, etc.), il est généralement très difficile si ce n'est impossible d'équilibrer la gestion des risques de manière globale. Nombreux sont les exemples, aux niveaux national et international, de cas où il faudrait équilibrer la gestion des risques de manière globale, notamment pour une meilleure gestion des ressources.

Du point de vue de l'exploitant, par exemple, les travailleurs d'une installation industrielle peuvent être confrontés à une multitude de risques différents : exposition aux rayonnements, exposition aux produits chimiques, risque d'accident industriel, etc. Tous ces risques doivent de toute évidence être gérés simultanément, mais il est souvent difficile, à partir d'une évaluation multirisques, de répartir de façon optimale les ressources pour traiter ces risques comme il convient.

Pour l'autorité de contrôle, il existe de multiples formes de risque (radiologique, chimique ou industriel, entre autres) qui touchent de nombreuses industries différentes. Les risques radiologiques, par exemple, existent dans l'industrie nucléaire, mais aussi dans les industries médicales, pharmaceutiques, les industries de transformation et bien d'autres secteurs. Il serait logique d'adopter une démarche commune pour le même risque dans toutes les industries. Bien que ce soit possible dans certaines situations, on constate souvent des différences dans la façon de gérer le risque qui sont fonction du cas traité. Il suffit de citer à cet égard les différentes façons de traiter les substances radioactives naturelles et les substances radioactives artificielles. Là encore, on a du mal à mettre au point une approche générale unique de la gestion du risque.

Du point de vue des intéressés au sens large, il existe de nombreuses situations où les risques sont, par divers mécanismes, transférés d'un groupe à l'autre. Il serait alors d'une grande utilité de disposer d'un mécanisme permettant de juger la façon dont ces risques ont été répartis. Par exemple, le choix des

solutions de gestion et de stockage des déchets dangereux à vie longue (chimiques ou nucléaires) comporte inévitablement un transfert des risques de la génération actuelle aux générations futures. Même au sein d'une seule génération, le transfert des risques est chose courante. Par exemple, l'identification et la mise en œuvre d'améliorations de la sûreté supposent un transfert de risque du public aux travailleurs. Lorsque l'on cherchera à gérer ces risques de manière globale, il faudra donc tenir compte de ces transferts de risque.

Dans une perspective encore plus vaste, c'est-à-dire internationale, la mondialisation caractéristique la vie moderne confère à l'approche holistique de la gestion du risque une nouvelle dimension. Les personnes, les biens et les services traversent tous les jours les frontières nationales. Cela exige d'harmoniser au niveau international certaines normes et réglementations relatives à ces risques radiologiques et ces transferts mondiaux.

Ces dimensions de l'approche holistique de la gestion du risque radiologique sont difficiles à gérer au niveau individuel sans parler du niveau collectif.

Effets du changement

Malgré ces difficultés, différents facteurs et tendances poussent à l'intégration du risque radiologique dans une perspective élargie avec d'autres risques pertinents ou en combinaison avec ces autres risques. Néanmoins, si une répartition efficace des ressources, entre autres, incite à suivre cette voie, les changements que nous avons évoqués précédemment de même que les difficultés intrinsèques décrites dans ce chapitre n'ont fait qu'ajouter à la difficulté de définir et d'adopter une démarche holistique de la gestion du risque radiologique.

Scientifiquement parlant, notre connaissance d'un risque comporte inévitablement une dose d'incertitude. Par conséquent, en s'efforçant de traiter simultanément plusieurs risques, on ajoute chaque fois une nouvelle incertitude, et on complique d'autant l'analyse comparative. L'évaluation des risques sanitaires que présentent les produits toxiques dans l'alimentation et l'eau illustre bien le degré de complexité du problème. Les différentes disciplines ont tendance à avancer séparément et reposent souvent sur des paradigmes et démarches qui leur sont propres (AEN, 2000a). Parvenir à équilibrer divers types de risques dont la comparaison scientifique n'est pas toujours aisée est un exercice difficile mais qui devient de plus en plus nécessaire (par exemple pour la sécurité alimentaire, la protection de l'environnement).

S'il n'y a pas lieu de douter des progrès de la science qui nous permettront assurément de mieux comprendre les risques, orienter le progrès scientifique en

fonction d'une conception sociale commune de la finalité de la sûreté représente une véritable gageure. Qu'attendons-nous, par exemple, de la protection radiologique, de la protection de l'environnement et de la sécurité alimentaire ? Il devient de plus en plus difficile de parvenir à des accords généraux au niveau international, d'autant que les types et bagages des possibles parties-prenantes aux niveaux national et international ne cesse de se diversifier. C'est ainsi que les discussions destinées à mettre en place des méthodes internationales harmonisées portent moins aujourd'hui sur les aspects techniques des risques provenant des flux mondiaux de personnes, de biens et de services que sur les aspects sociaux de ces risques. L'expérience acquise ces dernières années illustre bien ces difficultés notamment lorsqu'il s'agit d'harmoniser les approches nationales de la gestion des situations d'urgence radiologique ou d'appliquer des méthodes nationales et internationales aux échanges de biens et matériaux légèrement contaminés.

Tous ces aspects sont autant d'obstacles conceptuels, sociaux et scientifiques à la mise au point d'une méthode holistique d'identification et de gestion des risques qui coifferait toutes les autres.

Orientations futures – Questions en suspens

Les tentatives d'harmonisation internationale des démarches de gestion du risque radiologique consistaient traditionnellement à rechercher un accord sur des risques particuliers. Toutefois, réduire la discussion aux seuls risques paraît trop restrictif lorsqu'il s'agit de résoudre des problèmes plus complexes. Si les comparaisons directes et les classifications des risques qui sont souvent employées sont en soi simples et peuvent contribuer à la simplification, elles ne sont pas adaptées à la résolution de problèmes de radioprotection compliqués comportant une forte dose de jugement social ou lorsque la comparaison scientifique des risques en question s'avère difficile.

Il est donc nécessaire de rechercher au-delà de la science de la radioprotection des solutions à ces problèmes. Pour ce faire, il faudra impliquer fortement les parties intéressées. L'une des possibilités, pour aborder ce type de discussion, consisterait à rechercher des valeurs communes à tous les groupes intéressés (AEN, 2004c) et, ce faisant, à analyser les risques mais aussi les avantages. Une démarche qui servirait un double objectif. D'une part, elle aurait le mérite d'orienter les discussions vers l'identification et la définition claire d'un objectif commun : par exemple, répondre à la question qu'attendons-nous de la radioprotection ou plus généralement, que signifient pour nous la santé et la sécurité du public et des travailleurs et la protection de l'environnement ? D'autre part, elle pourrait servir à guider les recherches scientifiques nécessaires pour atteindre ces objectifs de sûreté.

On en déduira donc qu'il serait préférable de commencer par adopter une perspective assez large, par exemple étudier les besoins de radioprotection dans le contexte du développement durable, de la santé publique ou de la qualité de vie des personnes concernées par la situation examinée. Pour y parvenir, la science de la radioprotection devra s'ouvrir toujours plus à d'autres considérations, politiques et approches sociales et scientifiques. La réussite passera, entre autres, par la recherche d'approches et de points communs susceptibles de rapprocher les différentes conceptions des risques et des objectifs de protection.

Principe de précaution et protection radiologique

Position du problème

Le système de protection radiologique a été établi afin de créer un cadre dans lequel traiter les questions de radioprotection et concevoir des mesures de protection alors qu'il subsiste des incertitudes scientifiques quant à la nature et à l'ampleur exacte des risques radiologiques, en particulier aux faibles niveaux d'exposition aux rayonnements. Parce qu'il intègre l'hypothèse de l'existence d'un risque même aux faibles niveaux d'exposition (hypothèse de l'effet linéaire sans seuil) et applique par conséquent la démarche d'optimisation (maintien des doses au niveau aussi faible que raisonnablement possible), le système actuel de protection radiologique peut être considéré comme ayant adopté le principe de précaution depuis ses tout débuts dans les années 50. Depuis, le monde entier s'est converti à l'idée d'agir avec prudence et d'appliquer, par conséquent, ce que l'on appelle le principe de précaution.

Au vu de la situation actuelle et des orientations de la recherche en radioprotection, de l'expérience acquise en une quinzaine d'années de pratique du système de protection radiologique et des approches sociales actuelles de l'évaluation et de la gestion du risque, il convient de reconsidérer la façon dont l'application généralisée du principe de précaution influe, ou pourrait influencer, sur les situations de protection radiologique.

Le principe de précaution a été défini de nombreuses fois et souvent appliqué dans le domaine de la protection de l'environnement. Voici quelques exemples de définitions qui ont été utilisées dans des textes de portée nationale et internationale.

Communication de la Commission européenne – COM(2000)1

Si une action est jugée nécessaire, les mesures basées sur le principe de précaution devraient notamment :

- *Etre proportionnées au niveau de protection recherché ;*
- *Ne pas introduire de discrimination dans leur application ;*
- *Etre cohérentes avec des mesures similaires déjà adoptées ;*
- *Etre basées sur un examen des avantages et des charges potentiels de l'action ou de l'absence d'action (y compris, le cas échéant et dans la mesure du possible, une analyse de rentabilité économique) ;*
- *Etre réexaminées à la lumière de nouvelles données scientifiques ;*

L'examen à la lumière des nouvelles données scientifique signifie que les mesures basées sur le principe de précaution devraient être maintenues aussi longtemps que les informations scientifiques sont incomplètes ou non concluantes et que le risque est toujours réputé trop élevé pour le faire supporter à la société."

Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement de 1992

En cas de risque de dommages graves et/ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement.

Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)

- *... en cas de risques de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement.*

Loi australienne sur la protection de l'environnement et la préservation de la biodiversité de 1999

(Australian Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999)

... l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement s'il existe un risque de dommages graves ou irréversibles.

Code de l'environnement français, article L110-1 (Loi n° 2002-276 du 27 février 2002, art. 132 - Journal Officiel du 28 février 2002)

... l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable.

Effets du changement

Bien que la traduction pratique du principe de précaution suscite des avis divergents, ce principe, lorsqu'il a été inscrit dans des traités internationaux ou des réglementations nationales, impose d'adopter une attitude prudente si le risque est incertain et dispose que l'incertitude scientifique en soi ne justifie pas l'inaction. On y retrouve donc les notions de savoir/incertitude scientifique et de jugement subjectif.

S'agissant de la connaissance scientifique, l'incertitude qui pèse sur les effets néfastes des rayonnements ionisants aurait tendance à augmenter plutôt qu'à décroître. Bien que les effets des rayonnements comptent parmi les facteurs dangereux ou cancérigènes les plus étudiés qui soient, les travaux du Groupe d'experts du CRPPH sur les implications de la science de la radioprotection (AEN, 2006b) ont montré que de nombreuses découvertes scientifiques possibles pourraient remettre en cause le choix d'une approche simplifiée, applicable à tous, de l'évaluation et de la gestion du risque radiologique.

À propos du jugement subjectif, on pourrait faire valoir que le principe de précaution est, de fait, appliqué aux situations de radioprotection parce que l'on respecte les principes fondamentaux de la limitation, de l'optimisation et de la justification. Ces derniers étaient auparavant fondés surtout sur des techniques quantitatives d'aide à la décision : ils reposent de plus en plus sur des jugements subjectifs effectués à partir d'une caractérisation scientifique de la situation en question.

Les orientations tant scientifiques que sociales des changements décrits ici laissent entrevoir une accentuation de la pression en faveur de solutions de radioprotection qui soient parfaitement ajustées à chaque cas particulier et s'appuient sur les connaissances scientifiques les plus pertinentes et spécialisées qui soient au moment considéré. Cela signifie également que l'on devrait voir s'accroître la contestation des méthodes génériques, globales et homogènes appliquées à une multitude de cas spécifiques, jugées inadaptées.

De toute évidence, toutes les situations ne présentent pas d'aspect complexe ou discutable, et la plupart seront traitées de manière simple par un groupe restreint de personnes intéressées ou concernées (par exemple, l'autorité de contrôle et l'exploitant). Certaines situations, toutefois, seront plus problématiques. La libération de substances ou sites radioactifs des contrôles réglementaires, le choix du site d'installations nucléaires, la remise en état de zones contaminées lors d'une situation d'urgence nucléaire ou radiologique ou encore certains aspects des rejets d'effluents permanents en cours d'exploitation représentent quelques exemples des situations rencontrées aujourd'hui qui

peuvent se révéler d'une grande complexité scientifique et sociale, exigeront dans certains cas une application très stricte du principe de précaution ou éventuellement une approche plus souple faite de compromis.

Orientations futures – Questions en suspens

L'évaluation de ce qui est raisonnable en radioprotection est au cœur du principe de précaution. Cela suppose des jugements à la fois scientifiques et sociaux. Pour continuer d'appliquer le principe de précaution à une période où il est adopté par tous, la radioprotection devra suivre de près les évolutions de la science et de la société et s'y adapter.

Si l'on veut régler les problèmes que pose l'application d'un seul et unique modèle standard d'évaluation et de gestion du risque radiologique reposant sur l'hypothèse linéaire sans seuil et l'utilisation du Sievert comme mesure du dommage, il faudra poursuivre les recherches scientifiques de façon à réduire et mieux définir l'incertitude scientifique. Les résultats des recherches pourront soit confirmer l'approche actuelle ou, au contraire, la remettre en cause. On peut donc envisager qu'il faudra un jour décider ou non d'introduire de profonds changements. Quoi qu'il en soit, on devra veiller à équilibrer les exigences de la politique de radioprotection et les savoirs scientifiques en conservant le cap général sur le principe de précaution de sorte que les scientifiques et les décideurs puissent prendre connaissance de leurs intérêts respectifs et que les besoins stratégiques orientent correctement la recherche scientifique.

À l'évidence, il faudra, pour atteindre ces objectifs, poursuivre les recherches, établir des passerelles plus solides entre les différentes sphères – les responsables de la définition des politiques, les autorités de contrôle, les praticiens et les scientifiques – afin de parvenir à la plus grande transparence possible de l'information et de la décision.

Application des principes de radioprotection au public et aux travailleurs

Le besoin d'équilibrer les considérations locales, nationales et internationales intervenant dans les décisions sans abandonner une application raisonnable du principe de précaution se manifestera lors des débats sur la protection du public et des travailleurs. Comme les groupes intéressés par ces deux situations de protection sont, par nature, différents, on ne pourra pas recourir aux mêmes moyens structurels pour réaliser les arbitrages qui permettront d'avancer. S'agissant de la protection du public, la méthode, pour atteindre l'équilibre souhaité, pourrait consister à améliorer la transparence des décisions et à établir et maintenir une vigilance citoyenne efficace. Pour la protection des travailleurs, l'accent sera mis sur une culture de sûreté vivante, dynamique.

Transparence de la décision/Vigilance citoyenne

Position du problème

Les processus de délibération et de décision ont évolué de façon importante au cours des dernières années. À partir des mouvements sociaux qui ont marqué les années 60, on a vu peu à peu tomber les barrières qui, fut un temps, interdisaient l'accès aux décisions et processus de décision relatif à l'évaluation et à la gestion du risque. Il est révolu le temps où des fonctionnaires et techniciens pouvaient, seuls dans leur tour d'ivoire, décider de la protection du public en leur âme et conscience. On ne compte plus aujourd'hui les groupes et individus qui souhaitent être associés, à divers niveaux de la démocratie participative, aux débats et décisions concernant la santé publique et la protection de l'environnement.

Cette volonté de participer aux décisions s'est accompagnée d'une certaine défiance envers les compétences des pouvoirs publics qui en est d'ailleurs peut-être en partie la cause. Les merveilles technologiques que l'on pouvait espérer au sortir de la seconde guerre mondiale n'ont pas vu le jour, d'où le scepticisme que l'on observe aujourd'hui à l'égard de la science et des institutions publiques. Ajoutons à cela la prise de conscience que la science n'est qu'une part de la vérité à considérer lorsqu'il faut porter des jugements sur des sujets tels que la sûreté et la sécurité ou encore la protection de la santé et de l'environnement. Par ailleurs, l'environnement est tellement ancré dans les consciences que l'on associe de plus en plus et à des niveaux divers la santé publique et celle de l'environnement. C'est ainsi que le public réclame bien souvent un environnement propre au nom de sa « qualité de vie » et de son « bien-être ». Ces notions, en tant que valeurs sociales et faits scientifiques, sont au centre de nombreuses décisions et processus de décision aujourd'hui.

De ces évolutions il résulte que les valeurs sociales prennent souvent nettement le pas sur les faits scientifiques dans les décisions. Les technologies modernes de communication et la disponibilité de l'information ont favorisé ce changement parce qu'elles permettent à des individus et à des groupes organisés intéressés d'accéder à l'information sur les risques qui les intéressent par des voies bien plus indépendantes.

De même, l'opinion selon laquelle la radioprotection, qui a gardé quelque temps son indépendance, pourrait mieux servir le bien public si elle s'inscrivait dans un contexte plus vaste, par exemple celui de la santé publique, gagne du terrain. Cette conception redéfinit l'évaluation et la gestion des risques radiologiques, comme on l'a fait pour la protection de l'environnement, de façon à pouvoir appréhender globalement ces risques avec bien d'autres risques et problèmes à régler pour parvenir à un bon niveau de santé publique de manière équilibrée.

Effets du changement

Les effets de ces changements d'approche de l'identification et de la gestion des risques apparaissent de plus en plus clairement.

Par exemple, il est évident que, dans bien des situations, les experts des administrations publiques ne sont pas en mesure d'identifier tout seuls les principaux sujets de préoccupation pour des différentes parties prenantes. Avec la démocratisation de l'information et l'importance que prend le jugement social dans les processus de décision, il est fréquent d'avoir à prendre en considération une multitude de points de vue différents dans des situations de risque radiologique complexes. Le spécialiste dans ce cas a désormais pour mission de situer les risques spécifiques dans leur contexte, par rapport à l'ensemble et par rapport aux points de vue des parties prenantes, et non plus simplement de calculer les doses et d'informer ensuite le public de ses résultats et décisions. Il est alors souvent difficile de concilier la perception locale des avantages et risques et les objectifs, conventions et réglementations à l'échelle nationale.

Ces changements peuvent se manifester par des pressions en faveur de plus de transparence, de gouvernance participative et d'accès à une expertise publique indépendante. Bien souvent, ces pressions sont très en avance sur les évolutions du droit, de la réglementation et des institutions ou structures. Comme pour bon nombre de thèmes d'actualité, la vitesse des modes de communication modernes et la disponibilité de l'information ont pour effet d'accentuer ces pressions.

S'agissant de la contribution des scientifiques au processus de décision, la fluidité des communications modernes favorise également la multiplication des opinions de deuxième rang. Les parties prenantes sont nombreuses à se tourner vers des spécialistes hors des institutions publiques pour obtenir des évaluations scientifiques jugées crédibles sur des situations et options de gestion du risque radiologique. Elles peuvent aussi demander à exercer un contrôle indépendant des accords conclus, par exemple et, par exemple, mettre en place des mécanismes pour effectuer des mesures radiologiques périodiques et/ou permanentes de l'environnement afin de veiller personnellement au respect des règles ou de signaler des tendances préoccupantes. Assurément, cette évolution devrait accentuer l'importance de la participation du public dans la gestion des expositions aux rayonnements qui le concernent. Elle devrait aussi favoriser un arbitrage juste entre les exigences de radioprotection harmonisées aux niveaux international et national et les préoccupations locales spécifiques.

Orientations futures – Questions en suspens

Maintenant que l'importance cruciale de la participation pour le traitement de certaines situations à risque est désormais largement admise, il est essentiel d'optimiser les structures et mécanismes qui faciliteront cette participation et favoriseront la transparence de l'information et des décisions et de travailler à rapprocher les points de vue en cas de divergence. Cette optimisation revêt bien des aspects, certains d'ordre général, d'autres propres au contexte.

D'une manière générale, on pourra avoir besoin de changer de politique et de réglementation aux niveaux national et international. Dans de nombreux pays, le législateur a introduit une obligation de transparence de l'information et des processus de décision. La Convention d'Aarhus de 1998 est un exemple d'accord régional, en l'occurrence centré sur l'Europe, qui énonce des exigences concernant l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement. Cependant, même lorsque ces instruments existent, il sera peut-être nécessaire d'affiner la législation ou la réglementation pour pouvoir les appliquer directement à l'information et la participation du public à la gestion du risque radiologique. À cette occasion, il faudra éventuellement revoir les aspects structurels de la réglementation en radiologie émanant des autorités publiques et ceux des organismes spécialisés et les modifier pour faciliter une participation effective des intéressés à la définition du périmètre des décisions et au processus de décision.

Les différents outils et compétences nécessaires pour résoudre ces situations devront assurément être étudiés. Puisque l'accent est désormais mis sur des jugements se fondant sur des données scientifiques, on aura moins besoin de techniques classiques d'aide à la décision que de soutien pour l'exploitation des nouveaux processus et d'outils pour alimenter et faciliter le dialogue, les débats et délibérations. Dans ce contexte, on devra probablement faire appel à des experts de diverses disciplines pour assurer une évaluation réellement pluraliste. Cette démarche exigera aussi, selon toute probabilité, d'optimiser les compétences des personnels issus des établissements publics spécialisés et de repenser les enseignements dispensés aux radioprotectionnistes à l'université mais aussi dans le cadre de la formation continue. Une évolution des mentalités des spécialistes sera donc peut-être nécessaire.

En s'efforçant de trouver un juste équilibre entre des préoccupations parfois divergentes, la série des ateliers de Villigen a prouvé de manière incontestable l'intérêt d'un échange international d'expérience. De nouveaux échanges sur des approches, enseignements et expériences générales seront l'occasion pour les différents pays d'affiner les démarches, générales ou

spécifiques, qu'ils ont choisies pour associer les parties prenantes aux processus de décision. Ils déboucheront éventuellement sur des approches communes applicables à certaines situations, telles que les rejets par plusieurs pays dans un même réservoir d'eau (par exemple rejet dans les océans, les mers ou les rivières) ou à la recherche de solutions pour traiter plusieurs risques simultanément (sécurité alimentaire, par exemple) et assurer la cohérence des valeurs obtenues.

De même, il faudra être conscient des difficultés que représente la démarche participative dans la pratique. A l'échelle "locale", cette participation paraît gérable. En revanche, lorsqu'il s'agit de traiter des situations à grande échelle régionales, nationales ou internationales, il faudra concevoir de nouvelles approches sachant que des échanges approfondis d'expérience ont une réelle utilité.

Préservation de la culture de radioprotection et de la culture de sûreté sur le lieu de travail

Position du problème

La dernière décennie a vu se développer rapidement les usages des appareils d'irradiation et des substances radioactives dans de nombreuses disciplines, notamment la médecine. Ce développement ne se mesure pas seulement au nombre d'installations industrielles et médicales qui utilisent des rayonnements ionisants, mais aussi au nombre de procédures et d'applications nouvelles, en particulier en médecine, par exemple la radiologie interventionnelle et la radiothérapie avec modulation d'intensité. Cette évolution a nécessité le recrutement de personnels possédant des compétences en radioprotection ainsi que la formation à la radioprotection de groupes de spécialistes qui, jusqu'à présent, n'utilisaient pas les rayonnements ionisants, par exemple les cardiologues. A cause des pressions en faveur de l'adoption de ces nouvelles techniques, les questions de radioprotection sont parfois passées au second plan. La prolifération des utilisations des rayonnements ionisants par un seul spécialiste, par exemple, les dentistes ou les ostéopathes, présente des problèmes particuliers. On est de plus en plus conscient de la nécessité de préserver une infrastructure professionnelle et technique en radioprotection si l'on veut éviter que ne se creuse un profond fossé entre les besoins de l'industrie et de la médecine et les capacités de l'infrastructure.

L'industrie nucléaire a une histoire quelque peu différente car les forces en jeu ne sont pas les mêmes. À quelques exceptions notables, de nombreux pays, ont décidé après les accidents de Three Mile Island et de Tchernobyl de ne pas poursuivre leurs programmes de construction de réacteurs et plusieurs d'entre

eux ont commencé à fermer progressivement leurs installations en service. Ce déclin de l'industrie nucléaire restreignait l'entrée de nouveaux spécialistes dans le domaine. S'il est clair que les progrès de la technologie au cours des dernières décennies ont permis d'améliorer la sûreté technique des réacteurs, bon nombre des incidents et accidents les plus graves survenus dans des installations nucléaires sont imputables en partie à une erreur d'opérateur ou à l'absence d'une culture de sûreté suffisamment développée dans la centrale. C'est le cas de l'accident de Tokai Mura. Les accidents de ce type ébranlent fortement la confiance du public dans l'industrie nucléaire.

Outre les problèmes liés à la préservation de la radioprotection en tant que profession, il est admis aujourd'hui que le système de protection lui-même, bien qu'efficace, est complexe. L'application du concept d'optimisation (ALARA) exige bien souvent davantage qu'un simple bon sens de spécialiste. La quête permanente de la productivité et de la baisse des coûts, conduit parfois à négliger l'objectif de l'optimisation et à laisser la culture de sûreté se dégrader, se soldant pour les travailleurs par des expositions qui sont loin d'être aussi faibles que raisonnablement possible étant donné les circonstances.

Effets du changement

Auparavant, améliorer les services de radioprotection consistait en général à augmenter le nombre des spécialistes de radioprotection. Aujourd'hui, il s'agit plutôt d'intégrer la radioprotection dans le cadre général de la gestion du risque sur le lieu de travail. Bien qu'elle exige toujours des spécialistes de radioprotection, cette approche plus intégrée suppose de faire appel à des professionnels appartenant à des disciplines plus variées et possédant des connaissances générales en radioprotection.

Après plusieurs accidents très médiatisés dans l'industrie nucléaire, l'importance de la culture de sûreté ne fait plus de doute. Les autorités de contrôle qui, dans le passé, s'intéressaient essentiellement à la conception et à l'exploitation d'une centrale, ont aujourd'hui mis au point des indicateurs leur permettant d'évaluer des éléments moins techniques mais tout aussi importants dans une installation. Elles se sont inspirées à cet effet de l'expérience des techniques de gestion du risque acquise par d'autres industries. Nul ne doute aujourd'hui que l'on a besoin d'une approche holistique de l'exploitation et de la réglementation et qu'il faut penser le système dans son intégrité de façon à prendre le recul suffisant pour percevoir le contexte plus vaste d'où proviennent les difficultés.

Orientations futures – Questions en suspens

Dans ce domaine, on peut subdiviser les principaux points à traiter en fonction de leur horizon temporel. Il faut se tourner vers le passé pour bien évaluer l'expérience antérieure et s'assurer qu'elle existe. Il faut former les spécialistes de façon à transmettre la culture de sûreté aux acteurs d'aujourd'hui. Enfin, il faut anticiper pour définir les objectifs des futurs travaux.

La science de la radioprotection a évolué sur plusieurs décennies et a fourni une profusion d'enseignements importants. S'il s'agit avant tout d'avancer, il est néanmoins vital de ne pas oublier les leçons tirées du passé et de trouver un moyen de se construire une mémoire collective forte. D'autant plus si l'on s'intéresse à des manières de traiter des événements rares et irréguliers, comme certains types d'accidents.

Préserver la radioprotection en tant que discipline impose de mettre à jour continuellement les formations dispensées et de les adapter à ceux qui en ont besoin. Cela passe par des échanges sur les méthodes de formation efficaces en radioprotection mais aussi sur les méthodes de formation en entreprise en général. Par ailleurs, l'insuffisance de la culture de sûreté est due notamment à l'absence d'une communication suffisante et appropriée sur le risque. La mise au point de moyens efficaces de faire connaître les risques liés aux rayonnements ionisants à un très large éventail de travailleurs aux parcours professionnels très différents reste difficile. La communication entre les spécialistes de radioprotection et les dirigeants à qui revient la responsabilité ultime de préserver la culture de sûreté constitue l'un des canaux de communication principaux.

Il faudra continuer d'étudier des moyens de mieux intégrer la radioprotection aux pratiques de travail courantes et au système de gestion globale du risque sur le lieu de travail. Cette meilleure intégration et une perspective élargie peuvent conduire à de meilleures solutions. Dans ce contexte, l'expérience acquise devra servir de base pour optimiser les activités futures comportant une composante radioprotection. Grâce à cette expérience et à la technologie la plus moderne, associées au maintien d'une culture de sûreté solide on devrait obtenir dans les installations nucléaires futures de meilleurs résultats qu'aujourd'hui en radioprotection. Ces critères devraient d'ailleurs être pris en compte dans la conception des futures installations.

À l'avenir bon nombre de ces problèmes apparaîtront sous des jours nouveaux. À titre d'exemple, comme l'utilisation médicale et industrielle des rayonnements se développe, il va falloir créer une culture de sûreté, et la préserver, dans ces environnements. L'éventuelle renaissance de l'industrie

nucléaire exigera le transfert et la préservation de l'expérience ainsi que des mécanismes d'échange d'expérience (par exemple, ISOE). En outre, les objectifs de conception et d'exploitation des futurs réacteurs nucléaires (de quatrième génération) se fonderont sur les technologies et processus modernes d'aujourd'hui. Tous ces problèmes devront être résolus, du moins en partie, en s'appuyant sur une culture de sûreté solide dans l'entreprise.

Application des principes de radioprotection dans des contextes spécifiques

En dehors des dimensions que révèle l'analyse de la protection radiologique du public et des travailleurs, il existe plusieurs contextes dans lesquels la pratique de la radioprotection exigera de plus en plus un traitement spécifique à l'avenir.

Sites et matériaux contaminés anciens

Position du problème

Cela fait longtemps que les spécialistes de la radioprotection débattent de méthodes et critères applicables à la gestion des substances radioactives libérées ou découvertes dans l'environnement. Bien que les situations exigeant ce type de décision de radioprotection soient nombreuses, on peut les regrouper en trois grandes catégories : 1) les sites contaminés par des rejets permanents contrôlés ; 2) les substances légèrement contaminées libérées de contrôles réglementaires et 3) les sites industriels et nucléaires désaffectés. Le démantèlement des installations qui appartiennent à cette dernière catégorie mérite une attention particulière car ces installations sont de plus en plus nombreuses dans le monde.

Il existe de nombreuses installations qui rejettent actuellement, sous contrôle réglementaire, des effluents radioactifs liquides et gazeux dans l'environnement. Ces rejets peuvent être réévalués lorsque les circonstances changent. Par exemple, bon nombre d'installations existantes sont en cours de modernisation et/ou ont vu leur durée de vie prolongée. Il est aussi de plus en plus question de construire des centrales nucléaires, avec les installations associées (usines de fabrication, d'enrichissement et de retraitement du combustible). Ces installations obtiendront très probablement une autorisation de rejeter une certaine quantité d'effluents radioactifs dans l'environnement. Si elles sont toutes soumises à des contrôles réglementaires, leurs rejets entraînent déjà ou risquent de provoquer l'accumulation de radionucléides à vie longue dans l'environnement.

Bien que les produits ou denrées alimentaires libérés des contrôles radiologiques réglementaires sur les marchés soient encore rares, la question de savoir comment traiter ces substances dans l'éventualité d'une contamination

importante (dans le cas d'un accident nucléaire à grande échelle ou, dans une moindre mesure, d'un acte de malveillance délibéré) est encore très controversée.

Ces trois types de situations présentent des difficultés très différentes, mais elles ont toutes été en général traitées comme des situations d'intervention au sens des recommandations générales de la Publication 60 de la CIPR. A ce titre, et bien qu'elles présentent souvent des attributs importants des expositions chroniques, on a adopté, pour les gérer, un cadre décisionnel qui diffère de celui préconisé pour ce que la Publication 60 appelle les pratiques contrôlées. La logique de cette gestion et les niveaux de protection visés, très éloignés de ceux que le public a pu connaître à travers les pratiques contrôlées, comme le fait que de nombreuses situations, et notamment celles dans lesquelles intervient la radioactivité naturelle, se situent dans une zone d'ombre entre ce que l'on appelle une pratique et une intervention n'ont fait qu'obscurcir le problème. Dans ce contexte, le système actuel de radioprotection n'a pas su expliquer ni défendre correctement les raisons pour lesquelles il préconise d'appliquer différentes normes de protection radiologique à des situations variées d'autant que les critères applicables en cas de présence réelle de radioactivité dans l'environnement accessible sont moins contraignants.

Effets du changement

La principale raison de changer de manière de décider et de gérer ces situations est la volonté de plus en plus forte de la société civile de participer à la décision. Bien des situations sont aujourd'hui perçues comme plus « maîtrisables » qu'elles ne l'étaient auparavant, en matière de santé du public et de l'environnement, et cela se ressent fortement sur ce qui est jugé acceptable et ce qui ne l'est pas.

L'approche actuelle de la gestion de ces situations est centrée sur les aspects scientifiques et techniques et se sert du risque, en termes de dose, comme indicateur ultime ainsi que de la notion d'une valeur universelle établie en deçà de laquelle il n'y a pas lieu de s'inquiéter, comme critère d'action. Notamment, si d'importantes populations sont impliquées, ce qui peut être le cas des situations héritées du passé, cette démarche ne peut pas normalement intégrer de manière correcte la complexité du problème. On en trouve une illustration dans des situations perturbant des régions entières où les collectivités risquent de s'inquiéter davantage de restrictions imposées à leur mode de vie par suite de la contamination des terres que de la dose de rayonnements individuelle.

Il faut reconnaître également que les situations, valeurs, attitudes et ressources des sociétés évoluent avec le temps et, avec elles, les conceptions de la radioprotection. L'expérience passée démontre que le niveau de dose que

reçoivent réellement les individus dans des environnements contaminés joue un rôle déterminant dans la décision d'agir ou de ne rien faire, et que les exigences devraient se durcir à l'avenir. En outre, il faudra éventuellement mettre fin à certaines pratiques actuelles à cause de changements ou d'évolutions dans les secteurs industriel, médical ou autre, et les sites où s'exercent actuellement ces pratiques devront peut-être être libérés pour d'autres usages, non radiologiques, le cas échéant. Il s'agit donc de se préparer pour pouvoir gérer en temps utile et avec souplesse les situations héritées du passé ainsi que celles que nous laisserons à nos descendants.

Orientations futures – Questions en suspens

Dans toutes les situations héritées, les notions de participation et de décision pluraliste prennent de l'importance. Tous les aspects du problème – scientifiques, économiques, sociaux, psychologiques, éthiques et politiques – doivent être documentés pour prendre la décision. D'où la nécessité d'une vision holistique de la situation et de mécanismes adaptés pour identifier toutes les options possibles et parvenir à une solution adaptée aux circonstances.

La radioactivité naturelle est particulièrement difficile à traiter. Son omniprésence et le caractère « naturel » des expositions ont souvent conduit à traiter ces sources de manière très différente des sources de rayonnements artificielles. C'est particulièrement vrai du radon, mais on peut le vérifier aussi avec l'uranium et le thorium que l'on trouve souvent dans les matériaux de construction (par exemple, phosphogypse, mâchefers provenant de la combustion du charbon, etc.). Les différences entre démarches de protection radiologique contre les sources naturelles et artificielles ont été perçues à la fois sous un jour positif, comme le résultat direct de la participation du public et l'adoption de solutions spécifiques, et sous un jour négatif, comme un exemple de mauvais usage du système de protection radiologique qui impose de traiter de manière identique des risques radiologiques équivalents, quelle que soit leur origine.

Les défis que présente ce type de situations nécessiteront finalement de trouver le juste équilibre entre des démarches internationales standardisées et la prise en compte des considérations particulières locales propres à la situation en question. Cela vaut également des échanges d'aliments et de biens, mais il faut être conscient que le seul fait que ces derniers puissent franchir les frontières nationales exige une forme de consensus international, si ce n'est une harmonisation des démarches.

Les échanges internationaux de produits alimentaires entre autres imposent d'harmoniser les concentrations de radionucléides acceptables en deçà desquelles l'échange de ces produits ne peut être interdit pour des raisons de sûreté radiologique. Les tentatives effectuées pour parvenir à des normes

internationales remontent à loin et ont permis d'obtenir quelques résultats, mais la pratique est rare. Comme ces normes ne seront pas nécessairement acceptées par les consommateurs, elles pourraient devoir s'effacer devant les forces du marché. Si l'on peut facilement disposer d'un produit « propre », la solution pourra consister à rejeter le produit « contaminé ». Dans le cas contraire (c'est-à-dire lorsque la contamination touche une zone où la population est dépendante des récoltes locales), la marge de manœuvre sera plus étroite. Il existe déjà des solutions pour adapter les marchés dans les situations où l'on échange des biens contaminés, dont l'établissement de contrats particuliers ou un étiquetage spécifique du produit, ce qui laisse le choix au consommateur. Cependant, même si l'on opte pour la souplesse et pour le jeu du marché, il pourrait être très utile de s'entendre au niveau international sur des valeurs pratiques, ne serait-ce qu'à titre de référence. Il faudra bien évidemment approfondir ce travail pour parvenir à un équilibre approprié.

Démantèlement et déclassement des installations nucléaires

Position du problème

Le démantèlement et le déclassement des installations nucléaires recouvrent toutes les mesures administratives et techniques prises pour mettre fin aux autorisations d'exploitation et libérer des contrôles réglementaires les sites d'installations nucléaires. Cette dénomination recouvre un grand nombre de sites d'installations publiques qui ont été jadis contaminés, dans certains cas des sites militaires, mais aussi de nombreux sites d'exploitation minière où sont entreposées de grandes quantités de résidus d'extraction et les sites qui ont été le théâtre d'accidents tels que Three Mile Island et Tchernobyl. Ces sites sont en général soumis à des contrôles réglementaires ou en cours d'assainissement préalable à leur libération des contrôles réglementaires pour des raisons radiologiques.

Le démantèlement comprend des opérations de décontamination, de démontage et d'enlèvement des substances, déchets, composants et structures radioactifs. Ces opérations sont effectuées de manière à atténuer de manière progressive et systématique les dangers radiologiques jusqu'au stade final défini dans la réglementation. À ce jour, de nombreuses installations nucléaires petites ou ponctuelles ont été démantelées sans problème et de plus en plus d'installations de grande taille ont été ou sont en cours de démantèlement. On peut donc affirmer aujourd'hui que le démantèlement a atteint sa pleine maturité.

La définition et la mise au point d'une stratégie et, par voie de conséquence, de la programmation des méthodes de démantèlement exigent de prendre en compte de multiples facteurs, à savoir les politiques nationales en matière d'énergie, de sûreté et d'environnement, les structures en place pour mener les

activités nucléaires, y compris la répartition des responsabilités pour mener à bien le démantèlement, les projets de réutilisation de l'installation et/ou du site, la disponibilité des capitaux, l'existence de moyens de gestion des déchets radioactifs, le type d'installation et son histoire et les points de vue des parties prenantes.

Il n'y a ni stratégie meilleure, ni choix privilégié lorsque l'on choisit une démarche nationale. La sûreté et le contrôle radiologique des installations nucléaires doivent être assurés quelle que soit la décision prise, ce qui inciterait à opter pour un démantèlement intervenant le plus tôt possible après la fermeture de l'installation d'autant plus si le pays concerné possède peu d'infrastructures et une expérience limitée du contrôle radiologique au niveau national. Les décisions prises par certains pays récemment semblent privilégier un démantèlement précoce.

Vu la maturité actuelle de l'industrie du démantèlement, il n'y a pas de problème ou sujet particulier qui empêche les activités d'avancer. Toutefois, il existe encore trois aspects qui continuent de poser un problème radiologique pour la gestion des projets de démantèlement. Le premier concerne la gestion de très grands volumes de déchets issus du démantèlement qui peuvent représenter jusqu'à 100 000 t de béton et de déchets métalliques contaminés par centrale. Le degré de contamination peut être très élevé comme très faible. Les politiques et réglementations nationales et les pratiques industrielles doivent donc prendre en compte la gestion de ces matériaux. Le deuxième défi consiste à décontaminer et libérer des contrôles radiologiques réglementaires des sites et installations. Le troisième peut être grossièrement défini comme la gestion du changement et suppose que l'on préserve la culture de sûreté à longue échéance de façon à s'assurer que les opérations de démantèlement sont en fait menées de façon optimale. Comme il recouvre des activités très éloignées de celles qui se déroulent au cours de la durée de vie utile de l'installation, le démantèlement exigera des autorités de régulation, de la direction de l'installation et du personnel certaines adaptations.

Effets du changement

L'évolution de l'industrie du démantèlement et des structures et opinions politiques et sociales se répercute sur les approches du démantèlement, notamment pour ce qui concerne les trois défis de radio protection énoncés ci-dessus. De plus, les stratégies de démantèlement ont suscité un plus grand intérêt ces dernières années et cela pour diverses raisons, dont la volonté de réutiliser les sites ou la nécessité de démontrer la qualité de sa gestion. C'est pourquoi l'on privilégie de plus en plus le démantèlement précoce.

Pour la « libération » des matières légèrement contaminées, de nombreuses

démarches internationales ont été mises au point. Les critères radiologiques sont de longue date établis et laissent penser que les rejets de matières provoquant des doses annuelles efficaces de 10 μSv ou moins ne devraient pas être un motif de préoccupation ni justifier des contrôles réglementaires. À partir de ce critère dosimétrique a été élaborée, pour la plupart des radionucléides pertinents, une série de niveaux opérationnels donnés généralement en activité volumétrique, c'est-à-dire en Becquerel par kilogramme (Bq/kg) ou en activité surfacique, soit en Becquerel par mètre carré (Bq/m²). En général, on s'est fondé également sur des scénarios d'exposition pénalisants. Toutefois, malgré l'accord obtenu par la communauté internationale sur ces critères et indicateurs pratiques, cette démarche est loin d'être appliquée au niveau national de manière uniforme. Dans la mesure où certains de ces matériaux, en particulier les ferrailles légèrement contaminées, peuvent franchir les frontières nationales, il importe de parvenir à un accord international sur les échanges de substances légèrement contaminées. Pour l'heure, comme nous l'avons évoqué à propos des produits légèrement contaminés, les consommateurs et les producteurs industriels semblent réticents vis-à-vis du recyclage des matières provenant du démantèlement des installations nucléaires, qui pourraient être ou sont légèrement contaminées. Notons que la certification du contenu radiologique de grands volumes de matériaux qui pourraient se révéler en fait extrêmement encombrants et/ou irréguliers nécessite un effort considérable et coûteux. Cette question reste donc un défi dont il faudra tenir compte dans les décisions concernant la gestion des matériaux.

La prudence des parties prenantes à l'égard des matières légèrement contaminées se manifeste également lorsqu'il s'agit de libérer des installations et des sites des contrôles radiologiques réglementaires. Bien que ces décisions ne comportent aucune dimension internationale directement transposable, puisque les sites des installations ne se déplacent pas, l'expérience qu'ont des pays étrangers de la libération de sites similaires est intervenue dans des décisions concernant la définition des critères de rejet et la question de savoir jusqu'à quel point pousser les mesures d'assainissement. En outre, la volonté de participation aux processus de décision concernant la libération d'un site ou d'une installation vient ébranler l'approche holistique suggérée par le système de protection radiologique. Il convient de noter aussi que le choix de réutiliser une installation nucléaire pour un nouvel usage nucléaire (par exemple, démanteler une centrale nucléaire pour la remplacer par une plus moderne) ne fait que retarder le jour où il faudra prendre les décisions qui s'imposent concernant la libération de l'installation et du site.

Le maintien de la culture de sûreté pendant le démantèlement du site et de l'installation soulève un problème d'ordre plus pratique. Lors du démantèlement, on retire généralement les sources les plus importantes en

premier (par exemple, le combustible nucléaire usé dans les centrales nucléaires, les cellules chaudes très contaminées dans d'autres installations nucléaires ou des installations industrielles, les sources de rayonnements puissantes dans les hôpitaux ou les installations industrielles, etc.). Ensuite, les sources qui restent sont nettement moins radioactives et présentent donc un risque immédiat qui est moindre pour les travailleurs. C'est alors qu'il y a un risque de relâchement de la culture de sûreté, avec pour conséquence une moindre attention à l'optimisation de la planification et de la réalisation des travaux. De plus, comme les opérations de démantèlement peuvent durer de nombreuses années, il arrive que des travailleurs qualifiés qui ont bien connu l'installation prennent leur retraite ou changent de poste, entraînant ainsi une perte pour la mémoire institutionnelle. Ces questions méritent l'attention des organismes de contrôle et des gestionnaires de déchets.

Il convient de remarquer aussi que l'organisation du démantèlement est en train de changer dans certains pays. Le plus souvent, c'est le propriétaire et/ou l'exploitant de l'installation qui est responsable du démantèlement (et doit en supporter les coûts). Dans certains pays, des organismes particuliers ont été mis en place pour optimiser ces activités. Quelques-uns ont même créé une agence nationale de gestion du démantèlement à qui ils ont confié la responsabilité (totale ou partielle) de cette activité. Par ailleurs, les solutions trouvées pour garantir un financement approprié des opérations de démantèlement sont multiples. Ces évolutions n'ont pas d'effet direct sur la protection radiologique, mais il est clair que les facteurs structurels et financiers interviendront dans la décision prise en radioprotection.

Orientations futures – Questions en suspens

En principe, il n'est pas vraiment nécessaire de modifier le système actuel de protection radiologique pour que le démantèlement des sites et installations contaminés bénéficie d'une réglementation appropriée et se déroule dans de bonnes conditions. Par contre, il est impératif d'assurer un contrôle efficace de ces installations et de leurs substances nucléaires et/ou radioactives, surtout si le démantèlement est différé, et de préserver la culture de sûreté pour éviter de transmettre aux générations futures des risques radiologiques ou sites contaminés. En outre, la création d'un cadre réglementaire spécifique au démantèlement permettant, entre autres, de favoriser l'optimisation de la protection, pourrait se révéler nécessaire. Enfin, lorsque l'on aura accumulé suffisamment d'expérience sur ces nouvelles structures institutionnelles, il sera nécessaire d'organiser des échanges d'expériences nationales.

Il convient néanmoins de poursuivre la réflexion sur l'application des principes de radioprotection liés à la libération de matières contaminées des contrôles réglementaires. Les grands principes d'exclusion et d'exemption

existent depuis quelque temps déjà, et le débat international a permis de les clarifier. Toutefois leur application générale reste difficile à atteindre. Il faudra donc poursuivre la réflexion sur l'équilibre approprié à trouver entre, d'une part, les impératifs d'harmonisation internationale, notamment pour les échanges de produits légèrement contaminés et, d'autre part, la nécessité pour les pouvoirs publics de proposer des solutions satisfaisantes à des problèmes particuliers qui se posent à l'échelon local. Il sera donc éventuellement nécessaire de concevoir d'autres approches que celles fondées sur des critères de dose généraux et des concentrations d'activités spécifiques pour assurer la protection la plus efficace possible dans les circonstances considérées.

Augmentation des expositions médicales

Position du problème

Sous la pression sociale et du fait de l'évolution technique rapide, les usages médicaux des rayonnements se multiplient et constituent la principale source artificielle d'exposition aux rayonnements. Dans les pays développés, l'exposition moyenne aux rayonnements due aux applications médicales avoisine 50 % de l'exposition moyenne mondiale à la radioactivité naturelle. Le dernier rapport de l'UNSCEAR (UNSCEAR, 2000) note, au cours des dernières décennies, une hausse régulière du nombre par habitant d'actes médicaux qui font appel aux rayonnements ionisants, même dans les pays développés, avec une hausse correspondante de l'exposition collective. L'évolution géographique des niveaux de soins consécutive au progrès économique dans les pays en développement et les avancées technologiques laissent entrevoir des augmentations supplémentaires.

Bien que l'on assiste à une multiplication des modes de diagnostic, avec les ultrasons, l'endoscopie et l'imagerie par résonance magnétique, les radiographies restent le principal usage des rayonnements ionisants en médecine et sont par conséquent la principale source d'exposition médicale de la population mondiale. À côté des techniques de radiographie traditionnelles ou numériques plus avancées pour les diagnostics et examens directs, l'exposition aux rayons X est de plus en plus utilisée pour des gestes thérapeutiques réalisés sous contrôle radiologique et où l'imagerie sert à guider le praticien dans son intervention et/ou à administrer des traitements médicaux.

L'utilisation croissante de la tomographie dans les pays développés a nettement amélioré les évaluations diagnostiques de pathologies mais, revers de la médaille, elle a aussi provoqué une hausse de l'exposition aux rayonnements. Au cours des dix dernières années, l'amélioration des techniques d'imagerie et des outils endovasculaires a favorisé l'essor rapide de la radiologie

interventionnelle. Mais les techniques radiologiques ne servent pas seulement aux diagnostics et aux évaluations pré ou post-chirurgicales (angiographie cardiaque, radiologie vasculaire, neuroradiologie), elles ont aussi des applications thérapeutiques. Actuellement, les actes médicaux en radiologie interventionnelle se comptent par centaines.

La dernière récapitulation des expositions médicales présentée dans le rapport de l'UNSCEAR déjà mentionné indique, dans certains pays développés, une progression annuelle des expositions; au milieu des années 90, de 10 % environ pour le diagnostic, voire plus pour les gestes thérapeutiques. On peut penser que, depuis le dernier rapport de l'UNSCEAR, cette tendance a atteint un nombre croissant de pays développés et que, de surcroît, les pratiques continuent de se multiplier.

Les sources non scellées qui, traditionnellement, trouvent des applications en médecine nucléaire présentent une situation analogue. La chirurgie radioguidée qui exploite la propriété de certaines tumeurs d'absorber sélectivement certains produits radiopharmaceutiques pour effectuer une biopsie ou extraire certaines structures particulières est en plein essor. L'intervenant n'est souvent pas lui-même formé à la radioprotection ni assisté d'un praticien formé à la radioprotection, contrairement aux spécialistes de médecine nucléaire.

La radiothérapie s'est enrichie de techniques qui visent à délivrer une dose mieux dirigée sur la région malade de l'organe cible (radiothérapie à modulation d'intensité, thérapie par faisceaux de protons et d'ions), et donc à abaisser les doses reçues par les organes voisins. Ces nouvelles interventions étant plus efficaces, elles exigent des outils plus précis pour préparer la séance de radiothérapie, dont l'immobilisation du patient pour obtenir la même précision au cours des différentes séances de traitement ainsi que des protocoles de traitement établis en fonction des tissus qui soient plus réalistes et plus fiables.

Il convient de mentionner un autre champ d'application non classique des rayonnements qui est en plein essor, la radiothérapie per-opératoire (IORT). Après l'ablation d'une tumeur, on administre aux tissus voisins du volume pathologique retiré une dose de rayonnements thérapeutique pendant que le patient est encore sur la table d'opération. Dans ce cas toutefois, le chirurgien est assisté d'un spécialiste de radiothérapie qui a reçu une formation en radioprotection. Quoi qu'il en soit, l'environnement et les circonstances inhabituelles justifient des évaluations spécifiques des mesures de radioprotection prises pour les intervenants et les patients.

Effets du changement

L'avènement des nouvelles technologies d'imagerie médicale, technologies qui évoluent très vite et utilisent les approches radiologique et radioisotopique, combiné aux pressions économiques font que les questions de radioprotection ne sont pas toujours prises en compte lors de l'adoption d'un nouvel appareil ou de nouvelles pratiques. Pour ce qui est de la tomographie numérique par exemple, on a pu réduire de manière significative les doses administrées aux patients en choisissant judicieusement les paramètres de la technique de balayage, ce qui prouve a posteriori la nécessité de traiter les questions de radioprotection le plus tôt possible.

Les traitements associés à une intervention radiologique représentent généralement des solutions moins invasives ou dangereuses que les traitements chirurgicaux, mais ils sont néanmoins complexes. L'utilisation fréquente de la fluoroscopie pour guider les chirurgiens ou de la cinéradiographie pour documenter les interventions peut entraîner pour le patient et l'intervenant des durées d'exposition importantes et donc des doses relativement élevées. Des doses localisées de plusieurs Gray avec lésions radio-induites de la peau ne sont pas rares dans la littérature spécialisée.

Comme les progrès dans le domaine de la radiologie interventionnelle sont pour la plupart très récents, rares sont les chirurgiens, généralement formés surtout aux disciplines classiques des sciences médicales, qui ont reçu une formation en radioprotection au cours de leurs études ou qui sont assistés par un radiologue au cours de l'acte radiologique. Avec les difficultés objectives que présente le geste médical, cela pourrait expliquer assurément une certaine inconscience de la radioprotection que l'on observe parfois lors de la mise en œuvre de ces nouvelles pratiques.

Orientations futures – Questions en suspens

Il faudra très probablement investir dans des moyens de s'assurer que les prescriptions et l'optimisation de la radioprotection évoluent au rythme du progrès et de la mise en œuvre des technologies. On pourrait également envisager à un stade précoce de la mise au point du matériel de comparer les performances diagnostiques et les qualités de radioprotection de ces matériels.

Plusieurs documents nationaux et internationaux traitent du problème de la sûreté radiologique au cours des interventions, mais ils ne sont pas systématiquement mis en œuvre ni imposés par les autorités compétentes des différents pays. Il faudra s'intéresser aussi à la mesure et l'enregistrement des doses reçues par les patients et souligner de manière plus appropriée

l'importance de la protection radiologique au moment de la mise au point et de l'application des nouveaux protocoles et technologies.

La question de la formation en radioprotection reste ouverte. Dans certains pays, la réglementation exige que les responsables des expositions aux rayonnements, c'est-à-dire les médecins et les ostéopathes, par exemple, bénéficient d'une formation convenable en radioprotection. Ailleurs, les actes de radiodiagnostic sont autorisés lorsqu'ils sont effectués pour les besoins d'une thérapie.

Des mesures ont d'ores et déjà été adoptées à l'échelle internationale. La Commission européenne a publié des consignes sur l'éducation et la formation en radioprotection pour les expositions médicales ainsi que des recommandations spécifiques concernant les pratiques interventionnelles sous fluoroscopie, dans lesquelles elle encourage à la production de matériels pédagogique et l'organisation de formations en radioprotection destinées aux cardiologues pratiquant la radiographie interventionnelle.

Il reste encore du travail à accomplir, notamment au niveau local où l'on peut, plus facilement, cibler les intervenants. La mise en pratique du principe d'optimisation devrait être généralisée en s'appuyant sur des approches structurées et quantifiées. Pour les professionnels travaillant déjà dans ce domaine, il faudrait organiser des formations spécifiques en radioprotection et enseigner les meilleures pratiques dans le cadre de cours obligatoires. Pour les nouveaux intervenants, il faudrait prévoir, au niveau universitaire, des cours destinés à toutes les professions autorisées à utiliser les rayonnements à des fins de diagnostic ou de thérapie (pas seulement pour des radiothérapies mais aussi pour des thérapies sous contrôle radiologique).

Situations d'urgence radiologique et actes de malveillance

Position du problème

Les pouvoirs publics se préoccupent toujours au plus haut point des situations d'urgence radiologique, qu'elles résultent d'accident survenant dans des installations nucléaires ou industrielles, d'accidents de transport ou d'actes de malveillance. Depuis l'accident de Tchernobyl, il est devenu une priorité de l'AEN de se préparer à ces situations. La série des exercices INEX en est la concrétisation.

Les sources radioactives sont utilisées dans le monde entier pour de multiples usages, dans l'industrie, la médecine et la recherche notamment. Les risques qu'elles présentent peuvent varier considérablement en fonction de leur

activité, des radionucléides qu'elles contiennent, de la façon dont elles sont construites, etc. Les risques liés à l'usage auquel sont destinées ces sources sont en général bien connus ; d'ailleurs, dans la plupart des cas, cet usage nécessite une autorisation d'une autorité nationale de contrôle.

Toutes les centrales nucléaires de la filière de Tchernobyl ont été arrêtées ou devraient l'être sous peu. Il reste néanmoins plus de 400 centrales nucléaires en service dans le monde, de nombreux réacteurs de recherche et d'autres installations nucléaires ainsi qu'une multitude de sources de grande taille qui sont transportées quotidiennement. Si l'industrie nucléaire est appelée à se développer dans les années qui viennent, comme on peut le penser, il n'est pas question d'être moins attentif à la planification et la préparation des situations d'urgence nucléaire.

Au cours des dix dernières années, plusieurs incidents mettant en jeu des sources qui, pour diverses raisons, n'étaient pas sous contrôle, ont été enregistrés. Ces sources orphelines ont été, en effet, récupérées par des travailleurs ou membres du public inconscients des risques éventuels, qui ont subi de ce fait des lésions graves, ou sont décédés. La fusion, par inadvertance, de sources rejetées dans des ferrailles a également provoqué en plusieurs occasions des contaminations graves et a nécessité des travaux d'assainissement extrêmement onéreux.

Par ailleurs, les attentats terroristes récents ont attiré l'attention sur la possibilité de voir ces sources tomber dans de mauvaises mains et profondément changé la nature des problèmes de sécurité que posent ces sources radioactives. On redoute en particulier l'utilisation de substances radioactives combinées à des engins explosifs pour détruire ou pour causer des dommages matériels ou corporels au moyen des rayonnements produits par la décroissance de ces matières. Dans la plupart des scénarios, ces engins ne devraient pas entraîner de dommage matériel ou d'effet sanitaire graves. Il est probable que le risque le plus direct pour l'individu proviendrait de l'explosif classique utilisé pour disperser les substances radioactives plutôt que de ces substances elles-mêmes. Quel que soit l'effet physique, ces actes pourraient avoir des répercussions psychologiques substantielles par la peur et la panique qu'ils provoqueraient et risquent davantage d'être exploités pour perturber plutôt que comme arme classique. La perturbation qu'ils provoqueraient en effet pourrait prendre des proportions considérables et les conséquences économiques de la contamination d'une zone urbaine par la radioactivité risquent d'être graves. En outre, l'usage éventuel de sources de forte activité par des terroristes pourrait irradier non seulement bon nombre d'individus à des niveaux où l'on verrait apparaître des effets déterministes mais des quantités nettement supérieures à des niveaux inférieurs mais néanmoins provoquant un risque stochastique.

Effets du changement

L'accident de Tchernobyl a été révélateur de l'échelle des répercussions internationales des accidents nucléaires. Depuis lors, les exercices internationaux d'intervention en cas d'urgence organisés par l'AEN ont mis en évidence de multiples aspects à améliorer dans la planification et la préparation, à l'échelle nationale et internationale, aux situations d'urgence. Les tests des conventions et mécanismes de communication en situation d'urgence organisés par l'AIEA et la CE ont également conduit à des progrès dans ces domaines.

Depuis 2001, plusieurs initiatives internationales visent à renforcer la sécurité des sources. En 2002, l'AIEA a mis au point un plan d'activité triennal dont l'objectif est de renforcer la protection contre le terrorisme nucléaire. Il englobe la protection physique des substances nucléaires et radioactives et d'autres dispositifs de sécurité les concernant, la comptabilité de ces matériaux, la détection des trafics illicites sur le territoire national et aux frontières, la conduite à suivre en cas de menace et les activités destinées à faciliter les échanges d'information. L'AIEA a également révisé son Code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives pour tenir compte de ces préoccupations internationales.

En décembre 2003, l'Union européenne a adopté une directive relative au contrôle des sources radioactive scellées de haute activité et des sources orphelines qui, lorsqu'elle sera entrée en vigueur dans les pays membres, assurera aux autorités nationales compétentes un meilleur contrôle des sources radioactives scellées qui présentent les plus grands risques et renforcera les responsabilités des détenteurs de ces sources.

En dehors du problème de la sécurité des sources, l'utilisation éventuelle de bombes sales a soulevé la question des mesures de radioprotection à prendre si cet événement devait se produire. Pour répondre à des demandes de conseil, la CIPR a publié au mois de septembre 2005 un rapport intitulé *Protecting People against Radiation Exposure in the Event of a Radiological Attack* (Publication 96 de la CIPR) qui contient des recommandations destinées à protéger d'une exposition éventuelle aux rayonnements les sauveteurs et les populations touchées.

Orientations futures – Questions en suspens

Les professionnels de la radioprotection seront mis au défi de préserver et d'améliorer leurs compétences par des formations et exercices. Il leur faudra en effet adapter leurs réactions de façon à récupérer le plus efficacement possible des situations post-accidentelles d'autant que les nouvelles menaces (attentats

terroristes, par exemple) et de nouvelles dimensions (accent mis sur les actions à moyen et long terme) exigeront toujours de nouvelles expériences et réflexions. On aura besoin alors d'une approche holistique centrée sur la santé publique et son suivi et intégrant le point de vue de la société civile. Ce changement d'optique aura selon toutes probabilités des effets structurels et certains domaines spécifiques pourront s'en ressentir.

- Préparation en vue des situations d'urgence et de la phase de réhabilitation post-accidentelle

Globalement, les dispositions prises dans les plans d'urgence s'intéressent surtout aux personnes et aux biens qui se trouvent à proximité immédiate du site de l'accident et aux personnes et aux biens plus éloignés mais qui pourraient être exposés par suite de cet accident. Les dispositions qui concernent la proximité immédiate des installations autorisées sont en général très approfondies et ont été éprouvées lors d'exercices réguliers. Un attentat radiologique serait certainement dirigé contre un lieu public, éventuellement un environnement urbain, où l'on ne s'attend pas à la présence de radioactivité et où la préparation nécessaire pour prendre les mesures de radioprotection appropriées est limitée. Les conditions de dispersion que l'on adopte pour hypothèse dans les plans d'urgence des centrales nucléaires risquent de ne pas s'appliquer à des scénarios urbains. En outre, si un engin explosif a été utilisé, il est fort possible que l'on ne sache pas immédiatement si l'explosion est associée à des agents radiologiques, chimiques ou biologiques, voire à une combinaison de contaminants. C'est pourquoi, bien qu'il existe de multiples ressemblances entre les dispositions prévues dans les plans d'urgence et d'intervention pour les accidents nucléaires et les attaques radiologiques, les différences sont réelles et imposent d'étudier dans le détail les mesures prises pour se préparer et réagir correctement dans ces circonstances.

Notons également que l'exercice INEX 3 de l'AEN, qui portait sur la gestion des conséquences après la phase d'urgence d'une situation de contamination radiologique, a révélé la nécessité de poursuivre les débats et échanges d'expérience internationaux dans ce domaine. La participation de la société civile aux décisions relatives aux opérations de réhabilitation des sites touchés sera capitale si l'on veut parvenir à de solutions de radioprotection bien acceptées, mais il faudra aussi effectuer des changements structurels et institutionnels au niveau national pour faciliter ces mécanismes.

- Justification

Les spécialistes de radioprotection connaissent bien ce concept de justification qui, en gros, dispose que les avantages tirés de l'utilisation de substances radioactives doivent être supérieurs aux inconvénients. Ils sont

conscients que ce concept doit intégrer des préoccupations sociales générales, en plus des questions de radioprotection. Or, si l'on s'est toujours préoccupé de la sécurité des sources, la réflexion sur l'importance des risques liés aux sources orphelines et la possibilité de ces sources d'être utilisées pour nuire se poursuit. Les coûts de l'élimination définitive de ces sources conduisent à se poser la question du choix éventuel entre des systèmes où le rayonnement est produit par l'appareil et des systèmes où la source elle-même émet le rayonnement. Ces éléments devraient donc être intégrés au cadre général de la justification.

- Gestion des sources

Certains incidents survenus ces dernières années démontrent qu'il est nécessaire de mettre en place de nouveaux contrôles pour garantir la sûreté et la sécurité des sources sur toute leur durée de vie depuis le moment où elles sont fabriquées jusqu'au moment où elles sont définitivement éliminées. En font partie des formations en radioprotection destinées aux personnels et aux dirigeants, une analyse spécifique de la sécurité physique des sources, la prise de conscience de l'importance d'une culture de sûreté favorisée par les dirigeants de l'entreprise ainsi que la prise en compte des implications financières à chaque étape de la durée de vie de cette source. Si, en théorie, il est possible de constituer des provisions pour ces sources, dans la pratique cela soulève des questions difficiles qu'il faudra résoudre. On aura également besoin de base de données recensant toutes les sources existantes et permettant d'en suivre les mouvements.

- Formation et information

Les normes fondamentales internationales imposent que tous ceux qui utilisent des sources de rayonnements ionisants aient reçu une formation convenable en radioprotection et aient été informés des risques que cela comporte. Elles prévoient également d'assurer une information suffisante à tous les autres individus qui pourraient être directement concernés par l'utilisation de ces sources. Les problèmes de sécurité associés doivent être abordés dans l'information et les formations dispensées. Il sera peut-être également nécessaire de renforcer les conditions d'habilitation du personnel dans certaines circonstances.

La nécessité de s'exercer et de se former vaut également pour les situations d'urgence nucléaire. Il faudra donc envisager d'adapter ces exercices de formation aux nouveaux besoins identifiés, comme on l'a fait entre les exercices INEX 2 et les exercices INEX 3.

Préservation des compétences, transmission des acquis

Position du problème

Au cours des vingt dernières années, en une période de repli de l'industrie nucléaire, les spécialistes de radioprotection se sont souciés de la formation et du maintien d'un nombre suffisant de spécialistes possédant les compétences et l'expérience adéquates. C'est encore le cas aujourd'hui bien que l'on assiste probablement à une augmentation des besoins de radioprotectionnistes dans les domaines médical, nucléaire et industriel. Cette situation soulève bien des questions qui peuvent être résolues de multiples manières.

Le savoir est un acquis qui doit être préservé et transmis aux générations suivantes. De fait, le système de radioprotection repose sur des jeux de données pratiques et empiriques que l'on a accumulés de longue date en tant qu'informations. Or, prendre des décisions concernant la radioprotection exige non pas des informations un savoir.

On entend par savoir un mode de pensée ou une gymnastique nécessaires pour appliquer des protocoles de radioprotection en interprétant l'information dans des situations complexes. Par essence, ce savoir a été assimilé au cours de l'expérience personnelle faite d'essais et d'erreurs dans des situations diverses. Les spécialistes très expérimentés en radioprotection savent comment maîtriser des situations mais ont du mal à transmettre leurs connaissances aux générations suivantes.

Le problème tient à la perte que représente le vieillissement et le départ à la retraite de la première génération de praticiens de la radioprotection, l'expérience et les connaissances sont considérables. Si l'on devait transmettre aux générations futures leurs expériences réussies sous forme d'information ou dans des manuels sans préciser ni le contexte ni la situation à laquelle elles se rapportent, notre système de radioprotection serait fortement menacé, et le risque d'accident imprévu augmenterait. Ce savoir-faire est essentiel aux spécialistes moins expérimentés pour juger, décider et se comporter de manière appropriée dans des situations réelles et ainsi éviter que des incidents bénins n'évoluent en accidents irréversibles.

Les pays développés ont profité des bienfaits des rayonnements et de l'énergie nucléaire dans presque toutes leurs activités sociales et économiques, par exemple pour la production d'énergie, des usages médicaux et industriels, des avancées scientifiques ou technologiques. Pourtant, même dans ces pays, une perte importante de connaissances d'une génération à l'autre poserait un problème, et il faudra trouver des moyens efficaces de l'éviter. Les pays en

développement pourraient se trouver dans une situation encore plus grave parce qu'ils essayent déjà de rattraper les pays développés pour des raisons sociales et économiques impérieuses. Se contenter de leur transmettre des données et informations (ou des manuels) sans assurer un véritable transfert de connaissances coordonné à l'échelle internationale conduirait inexorablement à une augmentation du risque radiologique.

Les pays développés ont un autre rôle important à jouer qui concerne les nouvelles technologies : favoriser l'intégration de la radioprotection à un stade précoce du développement de ces projets. Dans ce cas, l'expérience et les savoirs accumulés précédemment ne sont que des références et le système de protection radiologique doit être entièrement construit du début jusqu'à la fin. Même si le transfert de connaissances s'effectue correctement, il faudra concevoir et construire, étape par étape et avec prudence, de nouveaux champs d'application de la radioprotection. Dans ce contexte, on pourrait extraire des longues années d'expérience quelques enseignements capitaux à considérer systématiquement avant d'appliquer le système de radioprotection aux nouvelles sources et expositions qui pourraient voir le jour avec les technologies de demain.

Ces technologies futures peuvent inclure, par exemple, les nouveaux réacteurs de fission, les réacteurs de fusion, les voyages dans l'espace, l'exploitation de cavités souterraines à grande profondeur, de nouvelles méthodes de radiodiagnostic et de radiothérapie en médecine avancée, de nouveaux usages des sources de rayonnements dans l'ingénierie et l'industrie, etc.

Effets du changement

Pour empêcher une perte de savoirs, il est également très important de revoir les programmes d'enseignement scientifique à l'école. L'immense majorité des gens n'étant pas spécialistes en sciences nucléaires ou en radioprotection, il faut en outre favoriser l'avènement d'une culture de sûreté dans la société civile, c'est-à-dire hors des cercles de professionnels de la radioprotection.

La sûreté radiologique ne repose pas seulement sur les chercheurs, mais sur des techniciens bien formés et très expérimentés. Ces derniers n'ont pas nécessairement reçu un enseignement scolaire ou une formation professionnelle en sciences nucléaires et viennent plutôt d'autres disciplines scientifiques et technologiques (physique, électronique, mécanique, chimie, informatique, etc.). Il faudra par conséquent concevoir avec soin les programmes de formation professionnelle et d'enseignement classique du point de vue de la gestion des connaissances.

On s'est beaucoup intéressé dernièrement à la gestion des connaissances comme moyen de s'assurer un capital humain fiable et des technologies performantes en particulier dans le cas de la maintenance et des réparations. À cet égard, il importe de mettre au point dans les plus brefs délais des procédures de gestion des connaissances.

Orientations futures – Questions en suspens

Une gestion des connaissances orchestrée par les principales organisations internationales concernée serait fort utile pour éviter la perte ou la dilution de la base de connaissances et éviter des hiatus entre générations ou entre pays développés et en développement. À l'OCDE/AEN, c'est au CRPPH qu'il reviendra de combler ces lacunes (à travers des programmes comme ISOE et INEX). Une gestion avisée des connaissances permettrait au public de mieux comprendre la radioactivité et ses impacts sur la santé et l'environnement ainsi que l'efficacité des mesures de radioprotection. Ainsi, les spécialistes de la radioprotection seront en mesure de s'adapter à des situations nouvelles et notamment mettre au point de critères de conception et d'exploitation pour des nouveaux réacteurs (ceux étudiés dans le cadre du Forum GIF par exemple).

CONCLUSIONS

Notre connaissance des effets biologiques des rayonnements ionisants ne cesse de s'enrichir bien qu'il subsiste de nombreuses incertitudes. Lever ces incertitudes suppose de poursuivre les recherches à condition de les cibler et de les encadrer en fonction des répercussions que les résultats de ces recherches pourront avoir sur les principes, la politique, la réglementation et la pratique de la radioprotection. Cette articulation entre la science, d'un côté, et les principes et concepts de radioprotection, de l'autre, est jugée capitale par le CRPPH et fera l'objet de travaux dans les années qui viennent.

La pratique de la radioprotection sera influencée dans de nombreux domaines (gestion des zones et matières contaminées, démantèlement, situations d'urgence nucléaire, etc.) par l'équilibre à trouver entre la quête d'une normalisation internationale et la nécessité de tenir compte des circonstances particulières locales lors des décisions de radioprotection. De plus, cet équilibre doit se définir dans une perspective qui dépasse la seule protection radiologique et s'élargit à la santé publique en général. Toutes ces évolutions, que vient renforcer l'engouement actuel pour la gouvernance participative et l'association de la société civile aux décisions, devraient mettre à rude épreuve les structures, processus et programmes institutionnels et les forcer à s'adapter pour mieux répondre aux préoccupations sociales et scientifiques. Le CRPPH travaille déjà dans ce domaine.

Un regard sur les dix à quinze dernières années, met en évidence une série d'événements et de changements qui ont modifié la façon dont est appliquée la radioprotection et qui auront assurément des effets sur la voie que suivra la profession dans des situations de radioprotection. L'évolution sociale, le progrès scientifique et l'expérience nous ont tous apporté des enseignements inestimables qui pourront être mis à profit pour orienter la politique, la réglementation et la pratique de la radioprotection dans les pays membres du CRPPH et au-delà.

En vertu de son mandat, le CRPPH continuera de scruter les progrès scientifiques, les évolutions sociales et l'expérience pratique, dans une démarche prospective et volontariste, de façon à aider ses membres à mieux interpréter ces savoirs et à intégrer de manière judicieuse la protection radiologique aux décisions sociales.

RÉFÉRENCES

Systeme de protection radiologique

AEN (2000g), *Analyse critique du système de protection radiologique – Réflexions préliminaires du Comité de protection radiologique et de santé publique (CRPPH) de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire*, OCDE, Paris, 2000.

AEN (2002b), *Vers un nouveau système de protection radiologique*, Rapport d'un groupe d'experts, OCDE, Paris, 2002.

AEN (2003e), *A New Approach to Authorisation in the Field of Radiological Protection: The Road Test Report*, Rapport établi par R.V. Osborne et F.J. Turvey, OCDE, Paris, 2003.

AEN (2005a), *Le processus d'autorisation réglementaire – Rapport du groupe d'experts du CRPPH sur l'application réglementaire de l'autorisation (EGRA)*, OCDE, Paris, 2006.

Commentaires sur le projet de recommandations de la CIPR

AEN (2003c), *Radiological Protection of the Environment: the Path Forward to a New Policy?*, Actes du Congrès de Taormina, Sicile, Italie, 12-14 février 2002, OCDE, Paris, 2003.

AEN (2003d), *Protection radiologique de l'environnement – Rapport de synthèse des questions clés*, OCDE, Paris, 2003.

AEN (2003f), *Evolution of the System of Radiological Protection*, Tokyo, Japon, 24-25 octobre 2002, Actes de la Conférence régionale d'Asie, OCDE, Paris, 2003.

AEN (2003g), *Possible Implications of Draft ICRP Recommendations*, OCDE, Paris, 2003.

AEN (2003h), *Future Policy for Radiological Protection*, Compte-rendu de l'atelier, Lanzarote, Espagne, 2-4 avril 2003, OCDE, Paris, 2003.

AEN (2004a), *Politique future en matière de protection radiologique : dialogue avec les parties prenantes sur les répercussions des propositions de la CIPR – Exposé de synthèse*, Lanzarote, Espagne, OCDE, Paris, 2004.

Démarche participative

AEN (1998d), *The Societal Aspects of Decision Making in Complex Radiological Situations*, Proceedings of an International Workshop, Villigen, Suisse, 13-15 janvier 1998, OCDE, Paris, 1998.

AEN (2001c), *Mieux intégrer la radioprotection dans la société moderne*, Actes d'un atelier, Villigen Suisse, 23-25 janvier 2001, OCDE, Paris, 2001.

AEN (2001d), *La prise de décision en radioprotection – Domaines d'action des pouvoirs publics*, Résumé du 2^{ème} atelier de Villigen (Suisse), janvier 2001, OCDE, Paris, 2001.

AEN (2004b), *Case Studies in Stakeholder Participation for the Third Villigen Workshop - Stakeholder Participation in Decision Making Involving Radiation: Exploring Processes and Implications*, OCDE, Paris, 2004.

AEN (2004c), *Summary of the Findings of the Third Villigen Workshop – Stakeholder Participation in Decision Making Involving Radiation: Exploring Processes and Implications*, OCDE, Paris, 2004.

AEN (2004d), *Stakeholder Participation in Decision Making Involving Radiation: Exploring Processes and Implications*, 21-23 octobre 2003, Villigen, Suisse, Actes d'atelier, OCDE, Paris, 2004.

Comparaison des risques

AEN (2000a), *A Comparison of the Carcinogenic Risk Assessment and Management of Asbestos, Nickel and Ionising Radiation*, NEA/CRPPH(2000)11, OCDE, Paris, 2000.

AEN (1998a), *Évolution de radiobiologie et de radiopathologie – Répercussions sur la radioprotection*, OCDE, Paris, 1998.

Conséquences de l'accident de Tchernobyl

AEN (1996a), *Tchernobyl 10 ans déjà. Impact radiologique et sanitaire – Evaluation établie par le Comité de protection radiologique et de santé publique de l'AEN*, novembre 1995, OCDE, Paris, 1996.

AEN (2002a), *Tchernobyl: Évaluation des incidences radiologiques et sanitaires – Mise à jour 2002 de Tchernobyl 10 ans déjà*, OCDE, Paris, 2002.

AEN (2006b), *Société civile et radioprotection: les enseignements de Tchernobyl, 20 ans après*, OCDE, Paris, 2006.

Situations d'urgence nucléaire

AEN (1995a), *Premier exercice international d'application des plans d'urgence en cas d'accident nucléaire*, Rapport, OCDE, Paris, 1995.

AEN (1995b), *The Implementation of Short-term Countermeasures After a Nuclear Accident (Stable Iodine, Sheltering and Evacuation)*, actes d'un atelier international de l'AEN, Stockholm, Suède, 1-3 juin 1994, OCDE, Paris, 1995.

AEN (1994a), *Programmes d'évaluation probabiliste des conséquences d'accidents*, Deuxième comparaison internationale, Rapport de synthèse, Rapport établi en commun par l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE et la Commission des communautés européennes, OCDE, Paris, 1994.

AEN (1997a), *Work Management in the Nuclear Power Industry*, Manuel établi pour le Comité de protection radiologique et de santé publique par le Groupe d'experts d'ISOE sur les répercussions de la gestion du travail sur l'exposition professionnelle, OCDE, Paris, 1997.

AEN (1997b), *Les aspects agricoles des situations d'urgence nucléaire et/ou radiologique*, Actes d'un atelier de l'OCDE/AEN, Fontenay-aux-Roses, France, 12-14 juin 1995, OCDE, Paris, 1997.

AEN (1998b), *Deuxième exercice international d'urgence - INEX 2. Rapport final sur l'exercice régional suisse*, OCDE, Paris, 1998.

AEN (1998c), *Nuclear Emergency Data Management*, Actes d'un atelier international, Zurich, Suisse, 13-14 septembre 1995, OCDE, Paris, 1998.

AEN (2000b), *Stratégies de surveillance et de gestion de données dans les urgences nucléaires*, OCDE, Paris, 2000.

AEN (2000c), *Méthodes d'évaluation des conséquences économiques des accidents nucléaires*, OCDE, Paris, 2000.

AEN (2000d), *Les incidences radiologiques des options de gestion du combustible nucléaire usé. Une étude comparative*, OCDE, Paris, 2000.

AEN (2000^e), *Deuxième exercice international d'urgence – INEX 2. Rapport final sur l'exercice régional finlandais*, OCDE, Paris, 2000.

AEN (2000f), *Deuxième exercice international d'urgence – INEX 2. Rapport final sur l'exercice régional hongrois*, OCDE, Paris, 2000.

AEN (2001a), *Enseignements des exercices internationaux d'urgence nucléaire. Exercices de la série INEX 2*, OCDE, Paris, 2001.

AEN (2001b), *Deuxième exercice international d'urgence – INEX 2. Rapport final sur l'exercice régional canadien*, OCDE, Paris, 2001.

AEN (2003a), *Short-term Countermeasures in Case of a Nuclear or Radiological Emergency*, OCDE, Paris, 2003.

AEN (2003b), *Options de rejet des effluents des installations nucléaires – Contexte technique et aspects réglementaires*, OCDE, Paris, 2003.

Gestion de l'exposition professionnelle

AEN (2005c), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants – Fourteenth Annual Report of the ISOE Programme 2004*, OCDE, Paris, 2005.

AEN (2005b), *Optimisation in Operational Radiological Protection: A Report by the Working Group on Operational Radiological Protection of the Information System on Occupational Exposure*, OCDE, Paris, 2005.

AEN (2004e), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants*, Thirteenth Annual Report of the ISOE Programme 2003, OCDE, Paris, 2004.

AEN (2003i), *ISOE Leaflet*, OCDE, Paris, 2003.

AEN (2003j), *Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants*, Third ISOE European Workshop, Portoroz, Slovénie, 17-19 avril 2002, OCDE, Paris, 2003.

AEN (2003k), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants*, Twelfth Annual Report of the ISOE Programme 2002, OCDE, Paris, 2003.

AEN (2002c), *ISOE - Information System on Occupational Exposure – Ten Years of Experience*, OCDE, Paris, 2002.

AEN (2002d), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants*, Eleventh Annual Report of the ISOE Programme 2001, OCDE, Paris, 2002.

AEN (2001e), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants*, ISOE Tenth Annual Report, 2000, OCDE, Paris, 2001.

AEN (2000h), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants*, ISOE Ninth Annual Report, 1999, OCDE, Paris, 2000.

AEN (1999a), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants*, ISOE Eighth Annual Report, 1998, OCDE, Paris, 1999.

AEN (1999b), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants*, ISOE Seventh Annual Report, 1997, OCDE, Paris, 1999.

AEN (1998f), *ISOE Sixth Annual Report, Occupational Exposures at Nuclear Power Plants – 1986-1996*, OCDE, Paris, 1998.

AEN (1997c), *ISOE Fifth Annual Report, Occupational Exposures at Nuclear Power Plants – 1969-1995*, OCDE, Paris, 1997.

AEN (1997d), *Work Management in the Nuclear Power Industry*, Manuel établi pour le Comité de protection radiologique et de santé publique par le Groupe d'experts d'ISOE sur les incidences de la gestion du travail sur l'exposition professionnelle, OCDE, Paris, 1997.

AEN (1996b), *ISOE Fourth Annual Report, Occupational Exposures at Nuclear Power Plants – 1969-1994*, OCDE, Paris, 1996.

AEN (1995c), *ISOE Third Annual Report, Occupational Exposures at Nuclear Power Plants – 1969-1993*, OCDE, Paris, 1995.

AEN (1994b), *ISOE Second Annual Report, Nuclear Power Plant Occupational Exposures in OCDE Countries – 1969-1992*, OCDE, Paris, 1994.

QUALITÉS DU CRPPH

Le CRPPH est le lieu où :

- Apprendre des autres
 - points de vue sur les problèmes d'actualité,
 - démarches adoptées pour appliquer les principes de radioprotection,
 - problèmes nouveaux ou émergents intéressants et/ou préoccupants identifiés au niveau national.
- Enseigner et rappeler aux spécialistes plus jeunes l'histoire et le contexte des problématiques complexes de radioprotection.
- Organiser des débats sans préjugé ni contrainte juridique lié aux directives ou normes.
- Partager sans restriction informations et expériences, qu'elles soient bonnes ou mauvaises.
- Repérer les analogies et différences dans les démarches appliquées au niveau national.
- Identifier et analyser les nouveaux problèmes et leurs implications possibles.
- Prendre en compte l'incertitude dans les applications pratiques.

L'attitude du CRPPH est :

- d'initiative, orientée vers l'action,
- tournée vers l'avenir,
- fonctionne par projets limités dans le temps,
- souple au sens où elle doit permettre au Comité de réagir vite aux problèmes posés,
- équilibre les aspects scientifiques, la réglementation et l'exploitation,
- essentiellement destinée à aider les « utilisateurs » des principes de radioprotection.

Le CRPPH aide les pays membres à tester de nouvelles idées et démarches en étant :

- un laboratoire d'idées,
- une ressource technique impartiale,
- tester des idées sur certains aspects pratiques.

Le CRPPH est à l'origine des travaux sur des thèmes majeurs notamment :

- les exercices d'intervention en cas d'urgence (INEX),
- le Système international d'information sur la radio-exposition professionnelle (ISOE) où s'échangent des expériences de gestion des expositions professionnelles,
- l'analyse des différents aspects de la démarche participative appliquée à la radioprotection (ateliers de Villigen),
- la contribution des utilisateurs finals à l'élaboration des recommandations de la CIPR (EGIR, Taormina, Lanzarote).

Le CRPPH est le forum où se dessine la coordination internationale :

- identification des domaines méritant d'être harmonisés,
- mise au point de méthodes d'harmonisation,
- participation occasionnelle à d'autres organismes de façon à multiplier les occasions de travaux complémentaires,
- le CRPPH est le partenaire de la CIPR pour la mise au point de ses nouvelles recommandations.

Le CRPPH est réputé pour sa capacité de réunir des spécialistes de différents horizons pour des débats, ce qui lui permet de ne pas parler d'une voix monocorde et de conserver un grand capital de confiance concernant la radioprotection appliquée. Sa capacité d'obtenir des consensus sur des sujets d'importance lui confère une autorité que peuvent invoquer ses pays membres pour justifier des mesures de radioprotection nationales fondées.

LES ÉDITIONS DE L'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE