

Protection radiologique de l'environnement

Rapport de synthèse
des questions-clés



Protection radiologique

Protection radiologique de l'environnement

Rapport de synthèse des questions-clés

Rapport de synthèse du Forum de l'AEN intitulé
« Protection radiologique de l'environnement :
vers une nouvelle politique ? »

organisé en collaboration avec la
Commission internationale de protection radiologique (CIPR)

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

En vertu de l'article 1^{er} de la Convention signée le 14 décembre 1960, à Paris, et entrée en vigueur le 30 septembre 1961, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a pour objectif de promouvoir des politiques visant :

- à réaliser la plus forte expansion de l'économie et de l'emploi et une progression du niveau de vie dans les pays Membres, tout en maintenant la stabilité financière, et à contribuer ainsi au développement de l'économie mondiale ;
- à contribuer à une saine expansion économique dans les pays Membres, ainsi que les pays non membres, en voie de développement économique ;
- à contribuer à l'expansion du commerce mondial sur une base multilatérale et non discriminatoire conformément aux obligations internationales.

Les pays Membres originaires de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. Les pays suivants sont ultérieurement devenus Membres par adhésion aux dates indiquées ci-après : le Japon (28 avril 1964), la Finlande (28 janvier 1969), l'Australie (7 juin 1971), la Nouvelle-Zélande (29 mai 1973), le Mexique (18 mai 1994), la République tchèque (21 décembre 1995), la Hongrie (7 mai 1996), la Pologne (22 novembre 1996), la Corée (12 décembre 1996) et la République slovaque (14 décembre 2000). La Commission des Communautés européennes participe aux travaux de l'OCDE (article 13 de la Convention de l'OCDE).

L'AGENCE DE L'OCDE 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 2003

Les permissions de reproduction partielle à usage non commercial ou destinée à une formation doivent être adressées au Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, France. Tél. (33-1) 44 07 47 70. Fax (33-1) 46 34 67 19, pour tous les pays à l'exception des États-Unis. Aux États-Unis, l'autorisation doit être obtenue du Copyright Clearance Center, Service Client, (508)750-8400, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA, ou CCC Online : <http://www.copyright.com/>. Toute autre demande d'autorisation ou de traduction totale ou partielle de cette publication doit être adressée aux Éditions de l'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France.

AVANT-PROPOS

Depuis quelques années, les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) s'intéressent davantage aux moyens d'améliorer la protection de l'environnement dans le cadre de leurs démarches en faveur du développement durable. L'un des aspects de la protection de l'environnement qui concerne l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) est sa protection radiologique, qui jouit depuis peu d'un regain d'attention. C'est pourquoi les membres de l'AEN ont manifesté la volonté de contribuer aux activités internationales entreprises pour mettre au point une conception de la protection radiologique de l'environnement qui soit à la fois complète et susceptible d'être mise en œuvre efficacement.

Afin d'amorcer et de mettre en place un processus de conception de la protection radiologique de l'environnement, l'AEN a proposé d'organiser, en collaboration étroite avec la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), une série de réunions. À l'heure actuelle, trois réunions sont prévues : l'une, au moment où la CIPR commence à élaborer ses nouvelles recommandations pour fournir le cadre conceptuel de la protection radiologique de l'environnement, la seconde, à l'issue de la réflexion et de la rédaction des ébauches de recommandations de la CIPR, et la troisième après la publication d'une nouvelle recommandation par la CIPR.

Le premier forum de l'AEN intitulé « Protection radiologique de l'environnement : vers une nouvelle politique ? » a été organisé en collaboration avec la CIPR du 12 au 14 février 2002, à Taormina en Sicile, Italie, à l'aimable invitation de l'*Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente* (ANPA).

Ce premier forum avait pour objectif de définir, avec les autres parties intéressées, des bases techniques solides et des critères pour l'élaboration d'une recommandation de la CIPR sur la protection radiologique de l'environnement. Cette première réunion devait permettre de répondre aux questions suivantes :

- Quel est le meilleur moyen d'alimenter la réflexion sur la protection radiologique de l'environnement ?
- Quel détriment voulons-nous éviter et comment le mesurer ?

- Comment intégrer le système de protection radiologique de l'environnement et le système de protection radiologique de l'homme ? Existe-t-il des contradictions inhérentes qu'il convient d'étudier ?

Ce rapport présente les questions-clés abordées lors du forum, notamment celles portant sur le développement durable, l'identification de ce qu'il faut protéger, la définition de détriment, le niveau nécessaire de réglementation, une approche intégrée de la protection, l'utilisation d'approches similaires pour l'homme et l'environnement, les bases pratiques pour un système de protection environnemental et les conséquences en termes de formation.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	3
1. Introduction	7
2. Comprendre les attentes qui se font jour dans la société concernant la protection radiologique de l'environnement.....	11
La question	11
La notion de développement durable.....	13
Que protéger ?	14
La manière d'évaluer le détriment.....	17
Une réglementation à quel niveau ?	19
Un système intégrant toutes les activités humaines.....	21
Une même approche pour l'homme et l'environnement	23
Quelles bases pratiques pour un système de protection de l'environnement ?	24
Les conséquences en matière de formation	27
3. Conclusions	29
Références	33

1. INTRODUCTION

La Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a abordé la question de la protection radiologique de l'environnement dans plusieurs de ses recommandations. Ainsi, au paragraphe 14 de la Publication 26 de 1977, la CIPR déclare que « il est probable que le niveau de sécurité nécessaire pour assurer la protection de tous les individus du genre humain convient également pour protéger les autres espèces, sinon nécessairement tous les individus de ces espèces. La Commission pense donc que si l'homme est protégé de manière adéquate, il est probable que les autres êtres vivants sont également suffisamment protégés » (CIPR, 1977). Au paragraphe 16 de la Publication 60 de 1991 (CIPR, 1991), on peut lire : « La Commission pense que le niveau de maîtrise de l'environnement nécessaire pour protéger l'homme à un degré estimé aujourd'hui comme valable permettra aux autres espèces de ne pas être en danger. Certaines espèces animales pourraient être atteintes occasionnellement mais pas au point de mettre en danger toute l'espèce ou de créer un déséquilibre entre les espèces. Pour le moment, la Commission ne s'intéresse à l'environnement qu'en tant que vecteur des radionucléides vers l'homme, puisque cela affecte directement la protection radiologique des êtres humains. »

Ce qui laisse penser que le respect du principe d'optimisation (maintenir les doses au niveau le plus bas que l'on pourra raisonnablement atteindre) doit, selon le système de protection radiologique de l'espèce humaine, conduire à la protection des autres espèces.

Si de nombreux spécialistes tiennent toujours ce jugement pour valable, des événements survenus dans d'autres domaines d'activité humaine montrent que protéger l'homme ne signifie pas automatiquement protéger l'environnement. Le meilleur exemple étant l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique imputable à l'utilisation humaine des chloro-fluorocarbones (CFC), des substances chimiques qui, bien que sans effet toxique direct sur l'homme, ont néanmoins fortement dégradé notre environnement naturel.

D'autres pratiques, comme le déversement de déchets nucléaires ou l'abandon de navires nucléaires hors d'usage et de réacteurs dans l'océan Arctique, présentent de nouveaux dangers pour l'environnement, bien que

l'homme ne soit pas directement touché. Par ailleurs, l'homme est de plus en plus soucieux de la protection de l'environnement, même s'il en est absent, les raisons étant multiples, écologiques pour certaines, anthropomorphiques pour d'autres, le besoin étant alors de garder des zones vierges où il pourra toujours chercher plus tard à s'implanter ou tout simplement développer des activités touristiques. Enfin, les connaissances scientifiques, vulgarisées par les médias, ont bien fait comprendre aux populations que nous vivons dans un monde où toutes les interactions sont possibles, tout particulièrement celles entre l'environnement et l'homme.

La protection radiologique de l'environnement fait actuellement l'objet de plusieurs initiatives internationales. La Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a créé un groupe de travail directement rattaché à la Commission Principale pour étudier cette question dans le cadre de la rédaction de nouvelles recommandations. La Commission européenne a lancé le programme *Framework for Assessment of Environmental Impact* (FASSET) (Larsson, 2002). L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a mis sur pied un programme de travail pour établir des consignes de sûreté concernant la protection de l'environnement contre les effets des rayonnements ionisants et qui tiennent compte de l'ensemble des évolutions en cours (Robinson, 2002). L'AIEA organise également une série de réunions et de colloques sur le sujet afin de faciliter l'échange d'informations et la coopération.

Compte tenu de l'intérêt croissant pour une approche intégrée de la gestion de l'ensemble des risques environnementaux, il faudrait que la mise au point d'une politique de protection radiologique de l'environnement s'affranchisse de la façon dont les organisations nationales et internationales ou la CIPR conçoivent aujourd'hui la protection radiologique. Dès l'amorce des discussions, l'adoption d'une démarche fondamentalement différente de la protection radiologique de l'environnement doit être envisagée et est d'ailleurs encouragée.

La synthèse ci-jointe reprend les principales questions qui ont été posées lors du Forum de l'AEN à Taormina (Sicile), à savoir :

- Quel problème essayons-nous de résoudre ? Y a-t-il une motivation internationale derrière la volonté de protéger l'environnement des rayonnements ionisants ?
- Possédons-nous suffisamment d'informations scientifiques pour définir et mettre au point une politique qui recueille un large assentiment ?

- Quels sont, au-delà de la science, les dynamiques socio-politiques qui détermineront la politique adoptée pour la protection radiologique de l'environnement ?
- Comment caractériser le mécanisme à mettre en place pour élaborer un système de protection radiologique de l'environnement ?

2. COMPRENDRE LES ATTENTES QUI SE FONT JOUR DANS LA SOCIÉTÉ CONCERNANT LA PROTECTION RADIOLOGIQUE DE L'ENVIRONNEMENT

La question

La première question que l'on se pose lorsqu'on parle de protection radiologique de l'environnement est : *quel est le véritable problème ?* Nous avons vu précédemment que, jusqu'à aujourd'hui, l'affirmation de la CIPR suffisait largement pour répondre au public. Nous avons vu aussi qu'avec les changements de société, il ne suffisait plus d'affirmer, mais il fallait maintenant démontrer que l'environnement était protégé. De plus, des gestions catastrophiques de l'environnement ont été révélées ces dernières années, avec l'effondrement du bloc soviétique, et le public a pris conscience qu'une société pouvait mettre en danger, non seulement l'homme mais aussi son environnement.

La confusion a été aussi entretenue par certains qui ont pris prétexte de ces débats de société pour stigmatiser les risques du nucléaire et réclamer une réglementation plus rigoureuse pour protéger l'environnement, oubliant que des accidents tels que celui de Tchernobyl résultent de plusieurs dysfonctionnements concernant la conception de la machine et d'une culture de sûreté défailante. L'une des leçons d'un tel accident est que la pollution qui en a résulté ne sera jamais évitée par une réglementation protégeant seulement l'environnement, mais résultera de la mise en place d'un système intégré associant sûreté des équipements-protection de l'homme et protection de l'environnement. L'accident étant toujours probable, il est évident que, pour limiter ses conséquences tant pour l'homme que pour son environnement, c'est en améliorant en premier la sûreté des installations que l'on pourra progresser.

Une réglementation, même rigoureuse, ne sera pas plus efficace pour gérer des situations comme celle qui a suivi les rejets délibérés dans la rivière Techa par les dirigeants soviétiques de l'époque. Le rejet délibéré de substances dangereuses dans l'environnement ne sera jamais couvert par aucune nouvelle norme internationale de protection de l'environnement.

Si la question de la protection de l'environnement semble évidente pour la société et rallie un consensus dans la majorité des États, la réponse demeure imprécise dès que l'on veut préciser les objectifs d'une telle politique, et comment les atteindre.

Le scientifique se posera en premier la question de l'objectif à atteindre : que devons-nous protéger et de quoi ? Quel détriment souhaitons-nous éviter et comment mesurerons-nous ce détriment ? Ensuite, si une réponse est donnée aux premières questions, il s'interrogera tout naturellement sur l'étendue des connaissances scientifiques nécessaires pour proposer une politique de protection efficace et acceptée de tous.

On s'aperçoit dès lors que la dynamique sociétale, relayée plus ou moins rapidement par la dynamique politique, est, en matière de protection radiologique de l'environnement, complètement décalée par rapport au questionnement du scientifique. Le politique subit aujourd'hui une pression sociétale à laquelle il souhaite répondre mais, se tournant vers le scientifique, il se heurte comme bien souvent à l'absence d'une réponse claire, ce qui démontre que le problème n'est pas uniquement scientifique. Le risque est alors qu'en l'absence d'une réponse claire et rapide, le politique conclue à l'insignifiance du problème et s'éloigne de la demande sociétale qu'il jugera alors essentiellement philosophique. Que va-t-on alors laisser aux générations futures ?

À ce stade de la réflexion, il convient de définir l'environnement. La définition de l'environnement a des conséquences importantes sur l'appréciation du système actuel.

Si l'environnement se limite à l'habitat de l'homme, le système de protection radiologique existant, correctement appliqué, est suffisant et, en protégeant l'homme à titre individuel, l'environnement est respecté, comme le prétend la CIPR. Par exemple, dans la pratique actuelle, l'environnement est surveillé pour éviter une surexposition du public. Pour ce faire, la réglementation limite les rejets aussi bien dans l'eau que dans l'atmosphère. Les régulateurs inscrivent déjà cet aspect de l'environnement dans leurs autorisations des installations existantes. Enfin, cet aspect est également présent dans les esprits pour la restauration des sites contaminés et la réoccupation par les populations de ces sites après traitement. Cette approche anthropomorphique protège l'homme et son environnement proche, mais la pression sociale fait en sorte qu'elle est aujourd'hui jugée insuffisante.

Si la définition de l'environnement est plus vaste et recouvre des zones inhabitées, l'affirmation de la CIPR, à savoir protection de l'environnement par le biais de la protection de l'homme, est à prouver et semble ne pas être valide

dans toutes les circonstances. La position de la CIPR n'apporte pas de réponse aux régulateurs ou au public. Elle ne propose, de plus, aucune démonstration.

Par exemple, la position de la CIPR ne permet pas de répondre à la question des sites d'où l'homme est absent, tels que la mer de Kara, et qui fait pourtant l'objet de fortes préoccupations (Strand 1996) pas plus qu'elle ne répond à la question d'une protection de l'environnement dans le cadre de la gestion d'un site de déchets radiologiques en site profond, bien que tout soit fait pour que les conséquences actuelles et futures pour l'homme soient négligeables ou acceptables (OCDE/AEN, 1999). Mais on peut également se trouver dans une situation mixte où l'exposition de l'homme reste minimale suite à des rejets qui touchent certaines espèces animales mais n'interfèrent pas ou très peu avec la chaîne alimentaire ; l'homme est protégé, mais pas d'autres composantes de son environnement.

Enfin, dans le contexte d'acceptabilité, il faudra trancher sur la partie abiotique de l'environnement, qui est tout simplement une façon cachée de poser une question simple : se donne-t-on le droit de rejeter ou non des radionucléides produits par l'homme dans l'environnement ?

Il conviendra donc de bien définir la notion d'environnement avant d'aller plus loin dans la réflexion sur ce que nous devons protéger. Plusieurs organismes internationaux, tels que l'Agence internationale de l'énergie atomique (IAEA), le Nordic Nuclear Safety Research (NKS), l'International Union of Radioecologists (IUR) etc. ont déjà réfléchi sur ces différentes questions. Il conviendra de bien prendre en compte les résultats de ces travaux avant d'aller plus avant dans la définition de la question.

La notion de développement durable

La vision anthropocentrique n'est plus acceptée par certaines composantes de la société. Ceci a été clairement abordé lors de la déclaration de Rio qui a conforté la notion de développement durable. L'OCDE ainsi que plusieurs organisations internationales ont débattu sur ces questions (OCDE, 2001a, OCDE, 2001b).

Le concept de développement durable est né à la fin des années 80, époque à laquelle il a été défini dans le rapport Brundtland comme « *un développement qui répond au besoin du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs* ». Dans son sens le plus large, le développement durable recouvre l'équité entre citoyens d'un même pays, entre

pays et entre générations, et englobe la croissance économique, la protection de l'environnement et le bien-être social. Sa définition montre bien déjà la nécessité d'un système intégrant une multiplicité de composantes contradictoires de la vie sociale. La protection radiologique de l'homme et de son environnement doit prendre en compte aujourd'hui ces différentes composantes.

Peu de temps après l'introduction du concept de développement durable, un second concept, complémentaire, est apparu, celui de diversité biologique. Cette diversité semble aujourd'hui, aux yeux de beaucoup, nécessaire pour la sauvegarde des écosystèmes.

Ce nouvel objectif de nos sociétés requiert le développement d'un système qui allie protection de l'homme et de l'environnement, mais qui devra également sortir du cadre étroit de la protection radiologique et se confronter aux autres systèmes de protection envers les autres risques technologiques. On pense tout d'abord aux risques chimiques, sans pour autant écarter les autres risques nés des percées technologiques dans le domaine du vivant.

La notion de développement durable, acceptée par de plus en plus de partenaires sociétaux, devra être intégrée au système de protection radiologique de l'environnement et prise en compte dans les arbitrages et les choix concernant le secteur énergétique.

Que protéger ?

Il est évident que la question « que protéger ? » doit être précédée de l'autre question « quels sont les effets des rayonnements sur l'environnement ? » C'est probablement sur ce point qu'apparaissent les premières fractures dans le consensus observé lors de l'évocation des besoins de protéger l'environnement.

À ce stade de la réflexion, il est impossible de ne pas se référer à la protection de l'homme et à l'historique qui a conduit au système actuel.

Tout comme l'homme, l'environnement est soumis à des effets déterministes qu'un système de protection moderne devra éviter. Nos connaissances sont importantes, suite à des accidents notables, celui de Kysthym en Russie ou de Tchernobyl en Ukraine, ou à des pratiques inadmissibles de nos jours, telles que les rejets de radionucléides dans la rivière Techa, voire, à un degré moindre, la gestion des déchets sur le site de Hanford pendant la période la plus sombre de la guerre froide. Aux connaissances

acquises par le fait de ces situations plus ou moins accidentelles, il faut ajouter les résultats des expériences d'irradiation de végétaux à fortes doses. Toutes ces données ont été analysées récemment par l'UNSCEAR (UNSCEAR, 1996).

Aujourd'hui, le système de protection radiologique de l'homme ne se contente plus d'éviter les effets précoces, déterministes, mais a pour objectif de limiter les effets stochastiques, tardifs. Pour l'environnement celui de la question de l'application d'un même objectif se pose. Doit-on aller au-delà de la suppression des effets déterministes, précoces, dans notre environnement actuel et instaurer un système protégeant l'environnement du futur d'effets tardifs comme le système de protection radiologique de l'homme le fait, par exemple, pour les cancers et les effets héréditaires ?

Sur certaines composantes de l'environnement, tout particulièrement les mammifères, les connaissances scientifiques existent puisque les effets stochastiques sur l'homme ont été évalués, certes à partir d'études épidémiologiques, mais également à partir d'expérimentations animales. C'est donc sur les autres composantes de l'environnement que réside de nos jours une certaine méconnaissance des effets des radiations, faute d'études indiscutables.

La tentation est grande, pour les scientifiques, de calquer la démarche d'acquisition des connaissances sur l'environnement sur l'expérience acquise en radiobiologie humaine. Il deviendrait donc nécessaire de définir des « endpoints » et d'établir une relation dose-effet conduisant à la définition soit de seuils, soit de valeurs limites conduisant à des effets jugés acceptables ou négligeables.

Cette démarche semble difficile à mettre en place pour plusieurs raisons : 50 ans après la définition du système de protection radiologique par la CIPR, on voit que le débat reste vif sur la nature de la relation dose-effet pour un « endpoint » pourtant identifié, l'apparition de cancers (OCDE/AEN, 1998). Le consensus n'existe pas chez les scientifiques, mais cela n'a toutefois pas empêché la mise en place d'un système de protection efficace, basé sur le principe de précaution et l'adoption d'une relation simple, linéaire sans seuil, entre l'exposition et les effets. L'établissement de relations dose-effet pour plusieurs composantes de l'environnement semble aujourd'hui inaccessible dans un délai raisonnable si tant est que cette démarche soit jugée pertinente.

Il est également nécessaire de mettre en garde les scientifiques, mais aussi les partenaires sociétaux, d'une possibilité de plus en plus illimitée d'observations d'effets biologiques, compte tenu de l'extrême sensibilité des outils développés par la biologie moléculaire. Il est possible de développer aujourd'hui des « puces à ADN » montrant tel ou tel effet sur le génome.

Toutefois, le lien entre ces effets, que certains pourraient proposer comme marqueurs, et une pathologie délétère n'a jamais fait l'objet d'un consensus dans la communauté scientifique.

La seconde question tient à la nature de ce que nous devons protéger. Doit-on protéger un individu de l'environnement, un poisson, un insecte, une fleur, ou une population de poissons, d'insectes ou de fleurs ou, plus généralement, un écosystème contenant poissons, insectes et fleurs ? Le premier forum CIPR-AEN a montré clairement qu'il n'y a pas de règle éthique simple pour bâtir un système de protection de l'environnement.

Si l'approche actuelle anthropocentrique, qui n'a pas démerité, est aujourd'hui contestée, cela résulte, de la part des partenaires sociaux, d'une démarche globale de protection de l'environnement, révélée, par exemple, par le problème de la couche d'ozone et la peur des changements climatiques, qui résultent tous deux de pratiques, mais aussi par des situations accidentelles comme l'accident de Tchernobyl ou les naufrages successifs de plusieurs bateaux transportant du pétrole.

Il est probable que l'approche biocentriste, qui y fait suite, ne soit pas non plus la démarche la meilleure, car elle transfère tout simplement la surveillance de l'environnement de l'homme à une ou plusieurs espèces sélectionnées par l'homme, selon des critères difficiles à établir et à démontrer scientifiquement. Faut-il protéger un poisson ou un papillon ? Selon ses affinités, la réponse pourra être différente.

C'est pourquoi la démarche écocentriste qui se fonde sur la sauvegarde des écosystèmes paraît la plus apte à protéger l'environnement dans son ensemble, car les scientifiques montrent de plus en plus, qu'une action, même anodine, à un niveau peut avoir des répercussions différées dans l'espace et dans le temps (Bréchnac, 2002).

Néanmoins, le choix qui sera fait devra se baser sur des évidences scientifiques, et un programme européen, tel FASSET, sera d'une aide importante. À l'avenir, FASSET devra servir à développer un consensus international et jouer le même rôle que l'UNSCEAR par exemple dans le domaine du risque radiobiologique pour l'homme. Toutefois, le savoir scientifique ne pourra être utilisé efficacement tant qu'une réponse claire n'aura pas été apportée à la question « que souhaite-t-on protéger ? ».

Avant d'aller plus avant sur la réponse à donner à cette question, il faut savoir que nous avons encore bien des interrogations sur les effets des rayonnements sur l'homme et plus particulièrement aux faibles doses

d'exposition. Ces interrogations peuvent facilement se transposer à la démarche cognitive pour l'environnement. Quelle est la contribution, par exemple, de cofacteurs à l'effet des rayonnements sur l'environnement ? Cette situation a été abordée pour l'homme et, à ce jour, aucune démarche claire n'est proposée tant le système est complexe (OCDE/AEN, 1998). De plus, les cofacteurs évoqués pour l'homme, qui sont des stressors classiques – toxiques, chimiques, physiques ou bactériologiques – sont, pour l'environnement, plus étendus puisque, à cette première gamme de facteurs, il faut ajouter des pratiques humaines telles que la pêche et la chasse – si l'on parle, par exemple de conserver l'ensemble d'une population animale – ou l'exploitation forestière – si l'on veut protéger, par exemple, des forêts. Autre exemple, l'altération potentielle des fonctions de reproduction des poissons par les radiations peut être totalement négligeable face à une surexploitation des océans. Nous avons vu que, paradoxalement, la faune terrestre est plus riche aujourd'hui dans la zone évacuée autour de Tchernobyl qu'elle ne l'était avant l'accident. Cet exemple montre bien que la définition des « endpoints » ne doit pas résulter d'observations de laboratoire uniquement, mais bien d'une véritable évaluation des problèmes *in situ*.

Enfin, il faut noter que l'on assiste actuellement, dans les démarches d'autorisation de rejets, à une discontinuité totale entre les rejets anthropomorphiques et la situation radiologique naturelle qu'il faudra bien évoquer si l'on veut proposer un système cohérent compréhensible par le public. Ce n'est plus le risque en lui-même qui est stigmatisé, puisque bien inférieur à celui lié à l'irradiation naturelle, mais tout simplement la notion de rejet dans l'environnement, quel que soit son niveau.

Ce problème n'est pas propre à l'environnement, et la CIPR, dans ses nouvelles propositions, essaie, par exemple, de recentrer le débat sur la notion d'acceptabilité sur la comparaison avec la situation engendrée par les risques naturels incontournables (Clarke, 2001).

Une réflexion basée sur des connaissances scientifiques, mais ouverte à tous les acteurs de la société devient donc nécessaire pour définir ce qu'il nous faut protéger ou ce que nous souhaitons protéger.

La manière d'évaluer le détriment

Une fois définie la cible à protéger, les problèmes de l'évaluation des effets et de l'estimation des risques restent entiers. Le système actuel a mis en place un système relativement cohérent pour évaluer les risques stochastiques, qui sont le point final du système de protection radiologique de l'homme.

Une exposition donne lieu à une dose reçue par un individu ou un organe, c'est la dose absorbée. Nous savons déjà qu'il a fallu, pour que le système soit applicable, faire des simplifications, parfois jugées inacceptables par certains scientifiques. En effet, la dose absorbée est, pour la radioprotection, définie au niveau de l'organe et peut ne pas refléter l'hétérogénéité des irradiations. Ensuite, pour évaluer le risque à l'organe, des facteurs de qualité ont été estimés pour chaque type de rayonnement et, pour certains types de rayonnements, en fonction de l'énergie. Ces facteurs de qualité servent à traduire la capacité d'un type de rayonnement ou d'une classe d'énergie de produire un effet biologique particulier, ce qui permet de comparer et d'additionner différentes expositions. Les discussions toujours actuelles montrent bien la difficulté de cette approche simplifiée qui, par définition, peut ne pas refléter totalement la réalité. Enfin, l'homme étant l'objectif final du système de protection, la CIPR a pondéré la probabilité de chaque effet stochastique au niveau des différents organes, risque de cancer ou effets héréditaires, pour évaluer un risque global chez l'homme : c'est le concept de dose efficace qui sert à la réglementation. Ainsi, à partir d'une exposition, le système de protection radiologique propose une structure pour calculer une dose efficace, et, à partir des données épidémiologiques et expérimentales, on recommandera de ne pas dépasser un niveau de dose efficace pour faire en sorte que les effets stochastiques différés soient négligeables ou acceptables.

Cette approche simplifiée doit-elle être mise en œuvre pour l'environnement ? Il n'est pas sûr qu'une telle démarche soit utile, étant donné qu'elle est sûrement difficile à mettre en œuvre. En effet, elle demande que soient identifiés les « endpoints » et, de plus, dans le cas de la contamination interne des espèces à protéger, elle réclame la construction de modèles cinétiques pour le développement de modèles dosimétriques.

Si la conservation d'une population est le critère retenu, une première approche, plus simple, pourrait limiter ces calculs aux gonades, permettant de vérifier ainsi la fertilité des espèces et leur capacité de se reproduire.

On aperçoit déjà l'immense difficulté que représente la mise au point et l'application d'une telle approche, déjà simplifiée, alors que la pression sociale réclame une action rapide. D'autres approches pourraient être envisagées. Par exemple, la notion d'exposition pourrait se mesurer soit par un débit de dose lorsque l'irradiation est externe à l'espèce ou le *biota* à protéger.

Une autre méthode consisterait à représenter la notion d'exposition par une concentration de radionucléides. La concentration de radionucléides est facile à mesurer et aurait le mérite de conduire à un système de protection de l'environnement simple à mettre en œuvre et facilement compréhensible par les

autorités de réglementation et les divers les partenaires sociaux. L'exemple du radon montre bien que l'on peut mettre en œuvre une politique de santé publique sans utiliser le concept de dose. En effet, pour la protection du public, tous les États qui ont statué sur les niveaux acceptables de radon dans l'atmosphère des habitations ou des lieux de travail ont utilisé, non pas une dose calculée, mais tout simplement l'exposition en Bq.m^{-3} . Pour les travailleurs des mines d'uranium, les radioprotectionnistes ont utilisé une autre notion, le « working level month », qui combine exposition et temps de travail. Cet exemple montre bien qu'il n'est pas toujours nécessaire de développer un système dosimétrique complexe pour mettre en place une bonne protection radiologique.

L'estimation du détriment passe obligatoirement par un référentiel d'exposition exprimé soit en dose, comme pour l'homme, soit en en débit de dose ou concentration. L'exemple du radon montre que le concept de dose n'est pas forcément pertinent pour la protection de l'environnement. Il est de plus très difficile à mettre en œuvre.

Une réglementation à quel niveau ?

La tâche des régulateurs est d'établir des critères et des standards, de les mettre en place et d'en vérifier l'application. Ces critères doivent être solidement bâtis sur des bases scientifiques, bien que la pression sociale puisse être telle que les régulateurs souhaiteront aller plus loin ou plus vite. Enfin, l'estimation et le contrôle réclament des règles très clairement définies.

Compte tenu de la nature globale de la protection de l'environnement, il semble nécessaire de demander aux organisations internationales de développer un système cohérent sur le plan international, clair et précis, pour éviter des interprétations locales différentes sur les niveaux de protection de l'environnement.

Mais la cohérence d'un système n'implique pas pour autant l'uniformité, et le système de protection de l'environnement devra être suffisamment souple pour laisser place à des initiatives locales, au sens large du terme, car l'acceptation par le public d'une politique de protection de l'environnement nécessite un consensus entre les acteurs à plusieurs niveaux.

Il est certain que, pour les polluants que l'on peut qualifier de très mobiles, qui traverseront aisément les frontières et que l'on pourra retrouver sur toute la planète, un **consensus international** est souhaitable. C'est le cas de la

pollution de l'air, des mers et des océans. Nous l'avons connu, lors des essais d'armes atomiques dans l'atmosphère ou lors de situations accidentelles très graves, comme l'accident de Tchernobyl.

Dans d'autres situations, telles que les rejets à impact limité dans l'espace, il est évident qu'un **consensus régional** suffira. Il pourra concerner plusieurs États, mais ne pas dépasser les limites d'une zone géographique. C'est le cas de certains rejets d'usines qui, par leur comportement écologique ou leur période radioactive, ne toucheront que des zones géographiques limitées. Un accord devra être recherché entre États concernés.

Enfin, pour des polluants à diffusion limitée, comme les déchets radioactifs qui seront stockés en profondeur, le **consensus** devra être obtenu au niveau **national, voire local**, car il est évident que les populations situées à plusieurs dizaines de kilomètres d'un site de stockage ne perçoivent pas les nuisances de la même façon que celles qui se trouvent à proximité du site.

Cette définition géographique peut grandement faciliter la résolution de certains conflits potentiels. Certaines populations, dans des zones partiellement contaminées, préféreront peut être accepter une prise de risque légèrement augmentée plutôt qu'une perte d'emploi ou une délocalisation d'activités, tant que les règles fixées par les instances internationales ne seront pas universellement respectées. L'histoire plus ou moins récente nous incite, dans ce domaine, à une grande prudence et humilité lors de la définition du système de protection radiologique.

La notion temporelle devra être prise en compte. Ce qui est acceptable aujourd'hui peut être remis en cause tant par la société que par le progrès technologique. Le système devra donc intégrer une part de pragmatisme et de souplesse.

Enfin, après le rejet de radionucléides dans l'environnement, il est important de pouvoir déterminer les principales voies d'exposition aux rayonnements, les individus ou les populations les plus fortement exposés et les zones géographiques les plus préoccupantes. On peut sommairement définir la sensibilité radioécologique comme la mesure dans laquelle un écosystème contribue à augmenter la radioexposition de l'homme et des biotes. Il s'agit donc d'essayer de déterminer et de définir les zones les plus sensibles du point de vue radioécologique (Howard *et al.*, 2002). Grâce à ce concept, les régulateurs pourraient élaborer des règlements ciblés applicables à des sites ou à un écosystème spécifiques en fonction de leur sensibilité. Cette approche adaptée à différents cas d'espèce suppose une détermination de la charge

critique de différents écosystèmes de façon à diagnostiquer la résilience de l'environnement.

Ce concept de spécificité a été introduit pour la protection de l'homme face à la contamination interne sur les lieux de travail. Nous savons qu'il soulève dans son application des difficultés tant au niveau des travailleurs que des instances de réglementation.

Le système proposé devra, par sa souplesse, s'adapter aux situations locales, régionales et internationales, prendre en compte la diversité des écosystèmes, permettant ainsi le dialogue social indispensable à son acceptation sur le terrain.

Un système intégrant toutes les activités humaines

Le risque radiologique est un risque parmi de nombreux risques liés aux activités humaines. Cela est vrai tant pour l'homme que pour son environnement. Le système de protection radiologique est parfois considéré comme trop isolé des autres activités humaines et peut éventuellement créer une rupture au niveau social entre le monde nucléaire et les autres activités humaines.

Le débat existe toutefois pour savoir si le risque radiologique est sur- ou sous-estimé par rapport à d'autres risques. Scientifiquement parlant, un rapport de l'OCDE/AEN conclut que les rayonnements ionisants aux niveaux de dose qui concernent la protection de l'environnement sont jugés faiblement cancérigènes. (OCDE/AEN, 1998).

Pour l'environnement, la question est la même. Lorsque seront définis les « endpoints », il faudra comparer le système proposé à ceux proposés par les acteurs des autres activités économiques et tout mettre en œuvre pour qu'une cohérence existe entre les différentes activités humaines. Il serait vain de vouloir mettre en œuvre un système ambitieux et contraignant protégeant avec efficacité une composante définie de l'environnement, si un autre secteur de l'activité humaine agit sur ce même secteur sans aucune restriction ou avec une réglementation beaucoup moins contraignante. Pour garder l'équité entre les différents secteurs d'activité, il faudra chercher à bâtir un système intégré pour toutes les composantes des activités humaines et définir, pour toutes les activités, le rapport entre le niveau où un effet (morbidité ou mortalité) est observé et le niveau des limites réglementaires. Il serait inéquitable d'infliger à un quelconque secteur d'activité des limites plusieurs dizaines de fois

inférieures aux niveaux où un effet est observé alors qu'un autre secteur se voit affecter un système moins contraignant.

Cette équité pourrait s'établir en fonction des capacités d'analyse. On sait que détecter la radioactivité est assez facile et que l'on peut pratiquement toujours créditer un composant de l'environnement d'un niveau de radioactivité dont l'origine est humaine. Il n'en va pas de même pour tous les composants chimiques. L'équité (scientifique, sociale, réglementaire) entre les différents secteurs d'activité demandera un effort considérable. Les résultats des analyses doivent être comparables, dans une mesure qui soit significative, entre tous les secteurs. On progresse dans l'analyse des niveaux dans l'environnement de divers produits chimiques grâce à la mise au point de produits agricoles, industriels, pharmaceutiques, etc. Dans ce contexte, la notion de « zéro analytique » appliquée à des rejets ou concentrations devient importante. Il sera nécessaire, dans la construction d'un système intégré, de bien définir cette notion de « zéro analytique » et surtout de la comparer aux niveaux où l'on observe un effet sur la cible définie, car les capacités d'analyse seront, dans certains cas, insuffisantes. Les exigences sociales dans ce domaine deviennent fortes. Si elles ne sont pas satisfaites, l'allergie au progrès scientifique et technique se développera encore. (Académie des Sciences, 2000).

Un autre problème qu'il faudra résoudre est celui du « background ». La terre est naturellement radioactive, à des degrés divers suivant les lieux. Outre ce fond naturel de radionucléides dans l'air, l'eau et le sol, certaines activités humaines (essais nucléaires dans l'atmosphère et accidents) ont entraîné une augmentation des radionucléides naturels et artificiels dans l'environnement. L'ensemble représente le fond actuel de rayonnement, très inégalement réparti sur la planète. Ce fond de rayonnement est à l'origine d'expositions humaines souvent supérieures de plusieurs ordres de grandeur à celles imputables aux activités humaines. Cependant, nos connaissances actuelles ne nous permettent pas généralement de distinguer les effets sanitaires d'expositions aux rayonnements naturels de ceux causés par une exposition à des radionucléides artificiels rejetés dans l'environnement. Cela vaut également de l'exposition radiologique de l'environnement. Par conséquent, le système holistique de protection de l'environnement que l'on concevra devra tenir compte de l'existence dans l'environnement d'un fond « naturel » et d'un fond « anthropomorphique » de radionucléides, mais aussi de substances chimiques et biologiques toxiques. Notons que, dans ses dernières propositions pour l'homme, la CIPR (CIPR, 2002) met au cœur de son projet la référence à l'exposition d'origine naturelle qui est un référentiel réaliste et, de plus, aisé à comprendre par le public.

Une fois les comparaisons effectuées entre toutes les activités humaines, le développement d'un système intégré passera inéluctablement par la définition des rejets acceptables, basée non pas sur le niveau de rejet « zéro » ou « proche de zéro », mais sur un niveau de rejets laissant une marge par rapport au seuil où l'on observe un effet.

Une même approche pour l'homme et l'environnement

L'homme est une composante de l'environnement dans son ensemble, mais qui peut, à elle seule, le modifier considérablement. Aujourd'hui, il s'est préoccupé essentiellement de sa protection, pensant que son environnement était par conséquent protégé. Nous avons vu plus haut qu'il pouvait n'en être rien.

Mais fort du succès reconnu du système de protection radiologique de l'homme, il est nécessaire de développer un système cohérent entre la protection de l'homme et celle de l'environnement, ce qui facilitera d'autant son explication aux acteurs et partenaires sociétaux.

La cohérence entre les deux systèmes est décrite sur la figure 1 (Pentreath, 2000). Le système devra définir, tout comme pour l'homme, divers niveaux de radionucléides (acceptables ou inacceptables, par exemple) dans l'environnement ainsi que des critères « d'optimisation » des concentrations résiduelles. Ces radionucléides peuvent interagir avec un homme que la CIPR a défini de manière simplifiée pour les besoins de la réglementation, comme l'homme de référence, c'est ce qui produit les expositions humaines. Il est nécessaire de réfléchir aujourd'hui à la définition de ce que pourrait être une flore, une faune de référence ou un écosystème de référence.

Pour l'homme, la CIPR a défini des références secondaires de façon à prendre en compte l'impact différent des radionucléides ou des rayonnements en fonction de l'âge. Par similitude, il apparaît que l'on pourrait définir également des faunes, des flores et des écosystèmes secondaires pour prendre en compte des situations locales ou régionales particulières.

Les deux systèmes recommanderaient alors des niveaux d'action pour l'homme et pour l'environnement.

Il apparaît évident aujourd'hui que les logiques conduisant à des systèmes de protection de l'homme et de son environnement doivent être cohérentes. En dépend l'acceptation du système par la société. Ceci n'implique pas pour autant la définition d'un système rigoureusement identique qui pourrait être difficile à mettre en place.

Quelles bases pratiques pour un système de protection de l'environnement ?

La construction d'un nouveau système de protection radiologique devra intégrer l'environnement comme composante importante du système, l'homme restant, qu'on le dise ou non, au centre du problème.

Ce nouveau système s'adressera à toutes les composantes de l'environnement bien que ce concept reste à définir ; il se projettera aussi bien dans l'espace que dans le temps et il prendra en compte les composantes vulnérables de l'environnement.

Le système devra être bâti sur des bases scientifiques solides. Il devra conduire à la définition de réglementations clairement définies pour permettre une bonne estimation des situations et leur contrôle. Mais, fondé sur des considérations scientifiques, il devra inclure des considérations sociales, philosophiques, éthiques, politiques et économiques. Il s'appuiera également sur le principe de précaution, correctement défini.

Pour que le système soit applicable, les régulateurs ont besoin certes d'une définition claire des objectifs et des méthodes pour les atteindre. Ils ont également besoin de montrer que le système est réaliste. Il est aussi souhaité que les mêmes principes de protection s'appliquent à tous les polluants de l'environnement, qu'ils soient radiologiques, chimiques ou biologiques. Le système devra être pragmatique pour être crédible et compris par les utilisateurs et le public.

Le système doit être défini internationalement, mais aussi être suffisamment pragmatique et souple pour autoriser l'adoption de solutions locales, lorsque nécessaire. Nous savons que, par delà les décisions nationales concernant les approches globales de la gestion des déchets, une discussion autour d'un stockage de déchets n'intéresse qu'une population locale, qui n'accepterait pas bien l'intrusion de partenaires lointains dont les positions pourraient ne pas être comprises, ni perçues comme servant les intérêts des populations concernées. C'est pourquoi on aura besoin d'un consensus

international sur certains critères numériques, ainsi que d'orientations pour l'établissement de critères numériques applicables au niveau régional ou local.

Il faudra redéfinir les notions de justification et d'optimisation actuelles pour intégrer la composante environnement dans le système global. Mais déjà nous voyons des tendances se dessiner allant au delà de la définition anthropogénique actuelle de l'optimisation. En effet, on note actuellement une évolution du principe ALARA « As Low As Reasonably Achievable » (niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre) dans la gestion des rejets dans l'environnement. Sous la pression sociale, les régulateurs sont passés de ALARA à ALATA, « As Low As Technically Achievable » (niveau le plus bas qu'il soit techniquement possible d'atteindre) prenant en compte la notion de BAT « Best Available Technology » (meilleures technologies disponibles), qui correspond bien à la demande du public de rejeter le moins possible ses déchets dans l'environnement, par précaution, mais aussi pour répondre à une notion nouvelle d'« environnement propre ».

La technologie évoluant, le système devra être souple et évolutif. Comme l'acceptabilité de certains risques ne peut être jugée qu'au niveau local/national, on peut même envisager que le système prenne en compte le niveau de développement des États, en demandant davantage aux États les plus avancés technologiquement, sans pour autant être laxiste pour les autres. Il faut reconnaître que la protection de l'environnement sera une action de long terme et que la vitesse d'application du système devra prendre en compte le contexte sociétal, ainsi que les priorités des différents États. Cette discussion existe actuellement pour les polluants atmosphériques menaçant les climats de la planète. Il est nécessaire de réfléchir à une approche similaire dans la discussion entre États pour ne pas pénaliser indûment des États en voie de développement.

Ne pas pénaliser indûment est le leitmotiv de certains qui voient dans une réglementation trop sévère un obstacle au développement de l'humanité. Dans cette logique, l'homme n'étant pas directement affecté par l'exposition de l'environnement, le nouveau système de protection radiologique devra prouver qu'il apporte un bénéfice quelconque à l'espèce humaine, ce qui ne sera pas forcément la tâche la plus évidente pour ses concepteurs, en dehors des considérations philosophiques.

Plus personne ne met en cause maintenant le besoin essentiel d'un dialogue avec les partenaires sociaux et sociétaux avant l'instauration d'un tel système, mais aussi lors de sa mise en œuvre sur le terrain. Nous l'avons vu, les populations sont soumises à différentes contraintes sociales, dont la première reste pour tous l'emploi. Une protection rigoureuse qui mettrait en cause cette notion de base serait, à plus ou moins long terme, rejetée et pourrait conduire à

des effets secondaires sociaux pires que le mal à combattre. L'organisme international qui proposera un nouveau système, la CIPR par exemple, devra être à l'écoute des utilisateurs.

Enfin, les régulateurs ont besoin de chiffres pour mettre en place une politique de contrôle du système de protection radiologique de l'environnement. Il est évident que plus ces chiffres seront simples et faciles à contrôler, plus les chances de mise en œuvre du système seront grandes, car il y va de la transparence du système et de sa compréhension par le public.

Ces chiffres pourraient être des débits de doses (Gy/unité de temps) auxquels est soumise la cible, ou des concentrations (Bq/unité de masse ou de volume) auxquelles vit la cible. Définir une dose interne, comme pour l'homme, semble un leurre qui ne peut que compliquer le système. L'approche simple permettra une meilleure comparaison avec les autres polluants de l'environnement. Pour ce faire, il faudra réaliser des études afin de définir des « espèces sentinelles » représentatives de la « santé » d'un écosystème.

La CIPR essaie actuellement de redéfinir son système par rapport au rayonnement naturel. Une approche est proposée pour recommander des actions. Elle est illustrée, pour les mammifères, par le tableau ci-dessus (Holm, 2002). Cette approche pourrait être étendue à toutes les composantes de l'environnement.

Tableau 1. Proposition de niveaux dérivés applicables à un mammifère terrestre de référence (exemple)

Niveau envisagé	Niveau de dose correspondant	Effet probable sur la personne	Action
Niveau 5	< x 1000	Mortalité précoce	Action corrective possible envisagée
Niveau 4	< x 100	Altération des fonctions de reproduction	Action subordonnée au type de faune et de flore affecté
Niveau 3	< x 10	Effets cytogénétiques observables	Action subordonnée au type de faune et de flore affectées
Niveau 2	Fond de rayonnement normal		Forme d'action envisagée
Niveau 1	< Fond de rayonnement	Faible-insignifiant	Pas d'action envisagée

Certains pays ont déjà mis en œuvre un système de protection radiologique de l'environnement, réservé, dans la plupart des cas, à certaines composantes seulement, les organismes aquatiques, par exemple. Avant de recommander un nouveau système de protection radiologique, il sera nécessaire d'évaluer les systèmes existants et de tenter d'apporter une plus value sous peine d'un rejet par les autorités qui sont déjà passées par toute cette procédure. Cela demandera de faire une première évaluation des recommandations et des modèles proposés avant de fixer définitivement une politique. Il faudra également montrer que l'effort demandé est à la hauteur des craintes que suscite l'impact des radiations sur l'environnement.

Le système de protection de l'environnement qui sera proposé devra être basé sur des données scientifiques solides. Il devra être simple, souple et permettre un dialogue constructif avec tous les acteurs de la protection. Il rediscutera les notions d'optimisation au vu des technologies nouvelles. La CRPPH a recommandé une approche progressive, comportant une réflexion approfondie, de larges débats sur les diverses implications des nouvelles approches et la recherche d'un consensus.

Les conséquences en matière de formation

Les conséquences pratiques du développement d'un nouveau système de protection radiologique se feront sentir au niveau des professionnels.

Actuellement les formations professionnelles concernant l'environnement sont plus cognitives que réglementaires. Il semble qu'il faudra former de nouveaux cadres dirigeants capables d'intégrer, au niveau des entreprises, les conséquences des décisions managériales sur l'environnement. Une formation semble nécessaire, comparable à celle qui a été faite pour former des « personnes compétentes » en Europe afin de s'assurer de la bonne mise en pratique de la protection radiologique de l'homme. Le système étant nouveau, il devra bénéficier de l'expérience acquise au niveau de l'homme et se développer, si possible, à un niveau international ou régional [Commission européenne (CE), Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) etc.]. Les personnes formées ne devront pas se limiter au seul risque radiologique, mais parfaitement intégrer tous les risques liés aux activités humaines, avec pour objectif la protection de l'environnement dans un cadre de développement durable.

Les régulateurs auront également besoin d'adapter leurs structures au nouveau système. Leurs agents devront être formés non seulement aux

méthodes employées pour faire respecter les limites fixées ou valeurs de référence, mais à l'étude de dossiers spécifiques intégrant toutes les composantes de la décision, y compris les aspects sociaux comme nous l'avons vu plus haut. Une formation au dialogue est nécessaire.

La société a changé et réclame un nouveau système de protection de l'environnement. Celui-ci devra être un système intégré pour traiter tous les aspects des pollutions dans la perspective du développement durable. Pour le mettre en œuvre, une nouvelle génération de spécialistes devra être formée. Ce n'est qu'avec des personnes compétentes placées aux niveaux stratégiques des entreprises que la mise en pratique du système sera un succès.

3. CONCLUSIONS

Les participants au Forum sont unanimes pour penser qu'il faut protéger l'environnement et qu'un système de protection radiologique de l'environnement doit avoir pour objectif d'éviter tout dommage à l'environnement. Cela étant, ils estiment que l'environnement est de nos jours globalement protégé contre les effets nocifs des rayonnements ionisants, mais que le système actuel n'est pas en mesure de le démontrer. En outre, nous possédons la connaissance et la compréhension nécessaires pour définir la philosophie spécifique de la protection radiologique de l'environnement, mais la démarche à suivre doit être pragmatique et progressive.

En particulier, les participants sont d'avis de poursuivre les études scientifiques des effets des rayonnements sur l'environnement, telles que celles entreprises dans le cadre du programme FASSET. Malgré cela, ils sont convaincus que l'état actuel de la science permet d'ores et déjà d'élaborer des recommandations qui pourraient donner lieu, le cas échéant, à des modifications de la réglementation. Les études scientifiques ont pour fonction essentielle d'identifier les lacunes de notre connaissance et de les combler en fonction des priorités des politiques et de la réglementation en la matière.

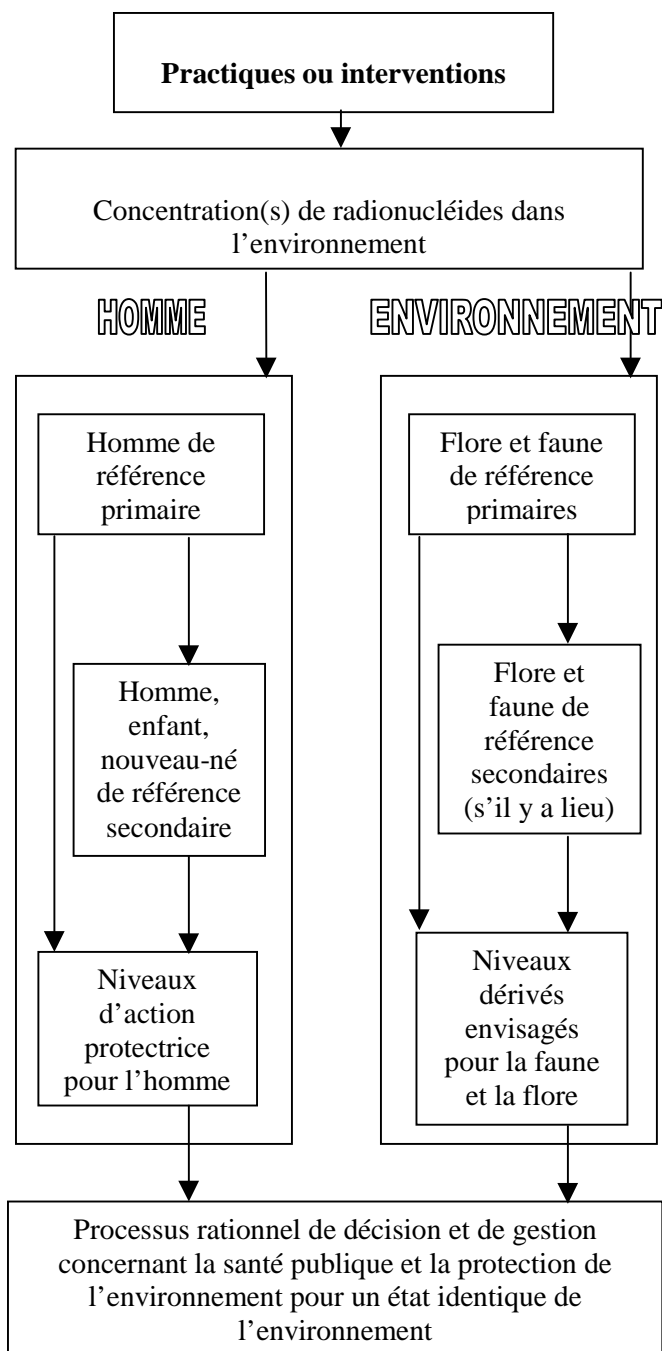
Autre point important, il faudra éviter de considérer isolément les dangers et agressions que représentent les rayonnements pour l'environnement, et adopter une démarche globale intégrant d'autres polluants et facteurs de perturbation de l'environnement, si l'on veut bien répartir les ressources. Parallèlement, les systèmes de protection radiologique de l'environnement et de l'homme devront être cohérents. Par conséquent, il faudra trouver une démarche assez souple laissant place à des solutions qui puissent varier suivant les niveaux considérés, mondial, régional ou local.

D'une manière générale, la démarche recommandée par les participants sera progressive, pragmatique et souple et devra répondre aux besoins des décideurs et des responsables de la réglementation. De l'avis général, la CIPR est l'organisation la mieux placée pour établir ces recommandations. Leur mise au point comportera différentes étapes – large diffusion des ébauches de recommandation, leur mise à l'épreuve, l'analyse et le retour des résultats de ces

« tests » – conduisant à la rédaction finale des recommandations. On recommande ensuite d'analyser les enseignements tirés concernant tant le processus d'élaboration des recommandations que leur mise en œuvre ultérieure.

En résumé, les participants au Forum plaident pour une approche pragmatique de cette question importante. L'accueil qui sera finalement réservé aux recommandations de la CIPR dans ce domaine dépendra autant de la procédure suivie pour les mettre au point que du contenu des recommandations. Que la démarche suivie pour l'élaboration de ces recommandations ne réponde pas aux demandes de tous les intéressés (les décideurs, les autorités de sûreté, les exécutants, les travailleurs, le public, l'environnement, etc.), et l'acceptation des recommandations comme la validité du processus suivi par la CIPR seront assurément remis en cause. La CIPR peut accélérer considérablement la mise en œuvre de ses recommandations dans ce domaine, et ainsi protéger plus vite l'environnement, si elle réussit à dégager un large consensus sur ses recommandations. La mise en œuvre au bon moment de ses recommandations, avec l'appui des différentes parties prenantes, ne peut que renforcer son efficacité et sa légitimité.

Figure 1. **Approche combinée s'inspirant des initiatives en cours**



RÉFÉRENCES

- ACADÉMIE DES SCIENCES (2000) *La chimie analytique: mesure et société, Rapport sur la science et la technologie*, C. Amatore et B. Blanzat Eds, Académie des Sciences, Tec & Doc, Paris. 186 pages.
- BRECHIGNAC F. (2002) *Environment versus man radioprotection: the need for a new conceptual approach?* Radioprotection, Vol 37, C1, 161- 166.
- CLARKE R. (2001) Nouvelles propositions pour le système de protection radiologique.
- HOLM L.E. (2002) *How could the systems for the radiological protection of the environment and the radiological protection of man be integrated?* in « Protection radiologique de l'environnement. Vers une nouvelle politique ? », Actes du Forum AEN/CIPR de Taormina, 12-14 février 2002. OCDE, Paris.
- HOWARD B.J. *et al.* (2002) *Radioecological sensitivity, Final Report of an European Forum, Sept 1998-March 2001*, Rapport du Centre for Ecology & Hydrology/NERC. Windermere, Cumbria, Royaume-Uni, 47 pages plus annexes.
- CIPR (1977), Publication CIPR 26, Recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Pergamon Press, Oxford.
- CPR (1991), Publication CIPR 60, 1990 Recommandations 1990 de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Pergamon Press, Oxford.
- LARSSON C-M. (2002) *Framework for Assessment of Environmental Impact (FASSET)*, in « Protection radiologique de l'environnement : Vers une nouvelle politique ? », Actes du Forum AEN/CIPR, Taormina, Sicile, Italie, 12-14 février 2002. OCDE, Paris.

- OECD (2001a), *Policies to Enhance Sustainable Development*, OECD, Paris.
- OECD (2001b), *Sustainable Development: Critical Issues*, OECD, Paris.
- OCDE/AEN (1998), *Évolution de radiobiologie et de radiopathologie : répercussions sur la radioprotection*, OCDE, Paris.
- OCDE/AEN (1999), *Confidence in the Long-term Safety of Deep Geological Repositories, Its Development and Communication*, OCDE, Paris.
- OCDE/AEN (2000), *L'énergie nucléaire dans une perspective de développement durable*, OCDE, Paris.
- PENTREATH J. (2002), *Radiation Protection of Man and the Environment: Developing a Common Approach*. J. Radiol. Protection. 22 mars 2002.
- ROBINSON C. (2002), *Outcomes of the IAEA Programme on the radiological protection of the environment*. « Protection radiologique de l'environnement. Vers une nouvelle politique ? », Actes du Forum AEN/CIPR, Taormina, Sicile, Italie, 12-14 février 2002. OCDE, Paris.
- STRAND P, NIKITIN A.I., LIND B., SALBU B., CHRISTENSEN G.C. (1996), *Dumping of radioactive waste and radioactive contamination in the Kara sea, A joint Norwegian-Russian expert group for investigation of radioactive contamination in the Northern Areas*, Rapport de l'Autorité norvégienne de radioprotection, Østerås, ISBN 82-993079-5-3, 55 pages.
- UNSCEAR (1996), *Sources and Effects of Ionizing Radiation – Annexe scientifique du rapport à l'Assemblée générale intitulée Effect of Radiation on the Environment*, Nations Unies, New York.

ÉGALEMENT DISPONIBLE

Publications de l'AEN d'intérêt général

Rapport annuel 2001 (2002)

Gratuit : versions papier ou web.

AEN Infos

ISSN 1605-959X

Abonnement annuel : € 40 US\$ 45 GBP 26 ¥ 4 800

Protection radiologique

Radiological Protection of the Environment: The Path Forward to a New Policy? (2003)

Workshop Proceedings, Taormina, Sicile, Italie, 12-14 février 2002

ISBN 92-64-09969-7

Price : € 52 US\$ 52 GBP 33 ¥ 6 050

Better Integration of Radiation Protection in Modern Society (2002)

ISBN 92-64-19694-3

Prix : € 60 US\$ 54 GBP 37 ¥ 6 050

Tchernobyl : Évaluation des incidences radiologiques et sanitaires (2002)

ISBN 92-64-28487-7

Gratuit : versions papier ou web.

Vers un nouveau système de protection radiologique

ISBN 92-64-28489-3

Gratuit : versions papier ou web.

ISOE – Information System on Occupational Exposures – Ten Years of Experience
(2002)

ISBN 92-64-18480-5

Gratuit : versions papier ou web.

ISOE – Occupational Exposures at Nuclear Power Plants – Eleventh Annual Report
(2002)

ISBN 92-64-18492-9

Gratuit : versions papier ou web.

*Enseignements des exercices internationaux d'urgence nucléaire – Exercices de la série
INEX 2* (2001)

ISBN 92-64-28464-8

Gratuit : versions papier ou web.

La prise de décision en radioprotection : domaines d'action des pouvoirs publics
(2001)

ISBN 92-64-28474-5

Gratuit : versions papier ou web.

Monitoring and Data Management Strategies for Nuclear Emergencies (2000)

ISBN 92-64-17168-1

Prix : € 26 US\$ 26 GBP 16 ¥ 2 850

Bon de commande au dos.

BON DE COMMANDE

Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire
12 boulevard des Iles
F-92130 Issy-les-Moulineaux, France
Tél. 33 (0)1 45 24 10 15, Fax 33 (0)1 45 24 11 10
Mél : neapub@nea.fr, Internet : www.nea.fr

Oté	Titre	ISBN	Prix	Total
Total				

Paiement inclus (chèque ou mandat à l'ordre des Éditions de l'OCDE).

Débitez ma carte de crédit VISA American Express Mastercard

(Les frais postaux sont inclus dans les prix)

Numéro de carte	Date d'expiration	Signature
Nom		
Adresse		Pays
Téléphone		Fax
Mél		

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