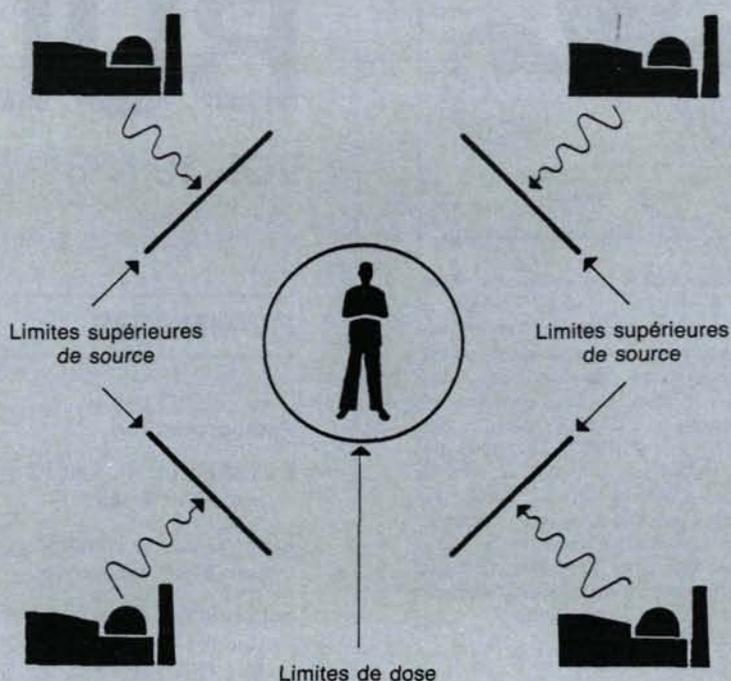


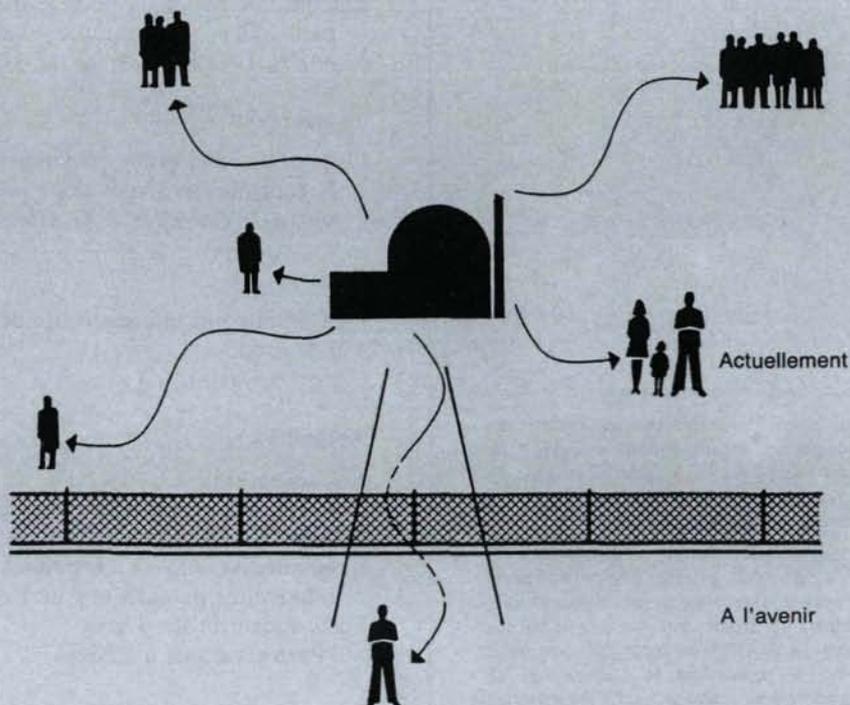
Prescriptions concernant les individus

Les Normes fondamentales de radioprotection ont pour objet d'assurer un niveau de protection individuel satisfaisant grâce à une prescription concernant les individus qui stipule qu'aucun individu ne doit être exposé, du fait de sources et de pratiques contrôlées, au-delà des limites de dose établies par les Normes. C'est la dose individuelle totale, à l'exclusion du rayonnement naturel et de l'irradiation à des fins médicales, qui doit être prise en considération. Dans l'éventualité d'une irradiation due à plusieurs sources, il faut établir des limites supérieures de source: celles-ci sont des fractions des limites de dose, attribuées à des sources particulières de rayonnements.



Prescriptions concernant les sources

Les Normes prévoient une protection additionnelle grâce à des prescriptions concernant les sources qui requièrent la justification de la pratique — pour laquelle la source est nécessaire — et l'optimisation de la radioprotection à appliquer à la source. Ces prescriptions tiennent compte de la somme de toutes les doses — si faibles soient-elles — dues à la source, quels que soient le lieu et le moment de l'irradiation.



La radioprotection et l'énergie nucléaire

Aperçu de la conférence de l'AIEA réunie à Sydney (Australie)

par F.N. Flakus

Des discussions plus animées et stimulantes qu'on ne l'avait sans doute prévu ont marqué la conférence de l'AIEA d'avril 1988 sur la radioprotection et l'énergie nucléaire. Parmi les principaux thèmes étudiés, citons l'interface entre la sûreté nucléaire et la radioprotection, l'évolution des principes de radioprotection, les règles d'exemption et les bilans des accidents (Tchernobyl, Goiânia) et, plus particulièrement, les conséquences pratiques d'un rapport dose-effet linéaire, question qui a fait l'objet d'une séance spéciale. La nécessité d'une meilleure communication entre les spécialistes et le public a été maintes fois rappelée. Voici un résumé des principaux débats, en commençant par la séance spécialement consacrée au rapport dose-effet et à ses conséquences.

Rapport dose-effet

L'hypothèse de la linéarité de ce rapport a des incidences profondes et retient de plus en plus l'attention dans de nombreux pays. C'est pour mieux comprendre le principe et les problèmes que pose son application pratique qu'une séance entièrement consacrée à cette question a été prévue au programme scientifique de la conférence.

Le débat a essentiellement porté sur les incidences de ce rapport linéaire plutôt que sur sa validité scientifique.

Historique. On a fait observer que ce rapport sans seuil était le résultat d'une longue réflexion au cours des années et non une notion imposée par les radiobiologistes dès que l'on a commencé à parler de radioprotection. Alors que la destruction de nombreuses cellules est nécessaire pour qu'un tissu soit dénaturé (effets non stochastiques), les manifestations dues à la transformation d'une cellule sont, et demeurent, de nature probabiliste (effets stochastiques). Il n'y a pas de dose nulle. Du fait du fond naturel de rayonnement, un individu d'âge moyen a déjà reçu une dose cumulative de l'ordre de 70 à 100 millisieverts (mSv) (7 à 10 rems). A un âge donné, le risque total est proportionnel à la somme de la «dose naturelle» et de toute dose supplémentaire provenant d'autres sources de rayonnement. La linéarité exprime les accroissements de la dose

et du risque. Le fait que les doses s'ajoutent les unes aux autres rend la radioprotection possible dans la pratique. C'est en ce sens que la linéarité est une condition quasi indispensable de la radioprotection pratique.

Problèmes concrets. Les spécialistes ont rappelé que la probabilité est en soi une valeur complexe et que l'évaluation de la sûreté d'une installation fait intervenir trois sortes de probabilités mathématiquement distinctes: les quantités statistiques (degrés de fiabilité des composants); les déductions logiques par raisonnement (les arbres de défaillances et autres événements); les expressions du degré de certitude (par exemple, le jugement des experts). La combinaison de ces éléments permet de comprendre le comportement de la centrale. A cela vient s'ajouter la nature probabiliste de la météorologie et du rapport dose-effet. Lorsque l'on en arrive au risque, la notion de probabilité est très hétérogène, ce qui mène à des interprétations erronées. Aussi a-t-il été proposé de rechercher d'autres attributs pour décrire les conséquences d'un accident.

Par opposition aux problèmes qui se posent dans le domaine «faible probabilité — graves conséquences», d'autres mémoires ont signalé les difficultés rencontrées dans le domaine «forte probabilité — faibles conséquences», notamment en ce qui concerne les exemptions de contrôle réglementaire. Plusieurs participants ont souligné la nécessité d'un consensus international (*voir l'article sur le sujet dans ce numéro du Bulletin*).

De nombreux exemples ont été donnés de mesures prises pour réduire les doses tant collectives (public) qu'individuelles (travailleurs) en améliorant la conception de l'installation et la planification de l'exploitation, et en faisant mieux comprendre l'intérêt de cette réduction. Cela dit, que faut-il faire si les doses aux travailleurs augmentent quand celles à la population diminuent, ou si les premières diminuent tandis que les risques «classiques» augmentent?

Cela coûte inutilement cher de trop insister sur la protection contre des risques jugés insignifiants; on peut dépenser cet argent plus judicieusement pour sauver des vies humaines.

Il n'est pas nécessaire que le risque soit nul pour accepter quelque chose. Dans la vie quotidienne, ce quelque chose peut impliquer un assez grand risque, tel celui de passer sous les roues d'une voiture, lequel ne nous empêche pas de nous promener dans la rue. Pour le bien connaître, il suffit de compter les morts

M. Flakus est un spécialiste de la section de radioprotection de la Division de la sûreté nucléaire de l'AIEA.

— méthode bien plus sûre que celle appliquée en radioprotection. Le grand problème, c'est l'aspect juridique. Mains risques de ceux que l'on court dans la vie n'ont pas de seuil. Le fait de souligner le caractère juridique de la notion de «niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre» fait toute la différence*. On a tendance à croire, à tort, que les risques sans seuil sont une création de la technologie, alors que bien des conditions de la vie n'ont pas de seuil non plus. Ce qui détermine l'action, ce sont les limites.

Communication. Une des principale causes de cette crainte injustifiée des rayonnements que l'on nomme «radiophobie» est la terminologie employée. On entend souvent dire comme une vérité première qu'il n'y a pas de «niveau de rayonnement inoffensif». Le terme «risque», pensé comme un terme technique donnant la mesure quantitative de la probabilité d'un événement rare, implique un «danger imminent». Il y a de meilleurs termes que celui de risque. Sûreté, par exemple; pourquoi pas? Rien dans la vie n'est parfaitement sûr et, pourtant, certaines choses peuvent l'être au plus haut degré. La présence d'un risque ne signifie pas que la sûreté est déficiente. Les spécialistes de la radioprotection doivent engager un dialogue en vue d'une meilleure compréhension des rayonnements.

Sûreté nucléaire et radioprotection

L'interface entre ces deux notions est un important sujet qu'il était opportun d'examiner à la conférence car la communication entre l'ingénieur et le radioprotectionniste laisse beaucoup à désirer. Cela se voit bien lorsqu'il s'agit de problèmes techniques.

Un mémoire traitait des critères applicables aux situations à prévoir: expositions jugées inévitables, expositions aléatoires dont on peut déterminer la probabilité, et situations imprévisibles impliquant une radioexposition également imprévisible. L'auteur analyse les problèmes de politique à suivre qui se poseront aux radioprotectionnistes dans les prochaines années. Les directives élaborées au fil des ans par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) visent à protéger l'être humain contre les effets délétères des rayonnements ionisants tout en autorisant certaines activités indispensables comportant un risque de radioexposition. La portée des recommandations est restreinte car celles-ci n'envisagent que les situations prévues et non toutes les éventualités. Une action complémentaire est nécessaire à l'application intégrale des règles de sûreté nucléaire. Les mesures à prendre ne sont plus du ressort de la CIPR car elles exigent l'intervention des organismes nationaux et internationaux responsables de la protection contre les rayonnements.

Sur un total mondial de quelque 2600 normes de radioprotection, 10% seulement sont internationales. Or, les normes internationales prennent de l'importance et un effort d'harmonisation s'impose, vu leur rôle dans le transfert de technologie.

Le débat a également porté sur l'ensemble de la question de l'évaluation de la sûreté de l'évacuation des déchets, sur les problèmes d'optimisation et les aspects à long terme, et sur l'importance à accorder aux événements de faible probabilité. La conclusion a été que, pour faciliter l'évaluation de la performance en ce qui concerne les effets à long terme sur l'environnement, et les événements peu probables, le meilleur moyen consistait en plusieurs approches parallèles.

Principes de radioprotection

Un nouveau système de dosimétrie des rayonnements de la bombe atomique (DS86) a été mis au point en mars 1986 grâce à l'effort commun de comités américains et japonais chargés de réexaminer les méthodes dosimétriques. Il a été utilisé par la Fondation pour la recherche sur les effets des rayonnements pour recalculer les doses individuelles d'exposition des survivants, auparavant évaluées à l'aide du système provisoire de 1965 (T65D). L'état de santé des survivants est réexaminé compte tenu des nouvelles doses, et les principaux résultats obtenus à ce jour ont été présentés, mais la réévaluation se poursuit aux Etats-Unis et au Japon pour éliminer les incertitudes et incohérences que comporte encore le nouveau système. La conférence n'a pas été en mesure de préciser les incidences pratiques des résultats obtenus.

On a recommandé de combiner les séries de données sur l'incidence du cancer chez les travailleurs de l'industrie nucléaire pour faciliter l'évaluation du risque de cancer aux faibles doses et faibles débits de dose, mais ces comparaisons comportent de grosses difficultés. La cinétique métabolique des radioprotecteurs endogènes explique en grande partie le rapport linéaire-quadratique entre la dose et l'effet qui a été observé expérimentalement. L'expérimentation semble vouloir confirmer l'extrême radiosensibilité des neurones humains aux rayonnements à faible transfert linéique d'énergie (TLE) et l'efficacité biologique relative d'un rayonnement alpha caractéristique. Des études radioécologiques et anthropologiques sur la contamination par le plutonium, entreprises à Maralinga (Australie du Sud), montrent que les critères utilisés en radioprotection (fondés sur le mode de vie urbain) sous-estiment peut-être l'exposition des nomades autochtones dont le mode de vie est totalement différent.

Réglementation de la radioprotection

Les pratiques de huit pays en matière de réglementation ont fait l'objet d'exposés traitant un large éventail de sujets. Il est encourageant de constater les bons résultats de la centralisation du contrôle réglementaire de la sûreté nucléaire et de la protection radiologique. Dans l'ensemble, les questions que soulève la révision des règlements de radioprotection ont été amplement discutées.

Le problème que posent les opérations exemptées des contrôles réglementaires a beaucoup retenu l'attention. Pratiquement toutes les matières qui constituent l'environnement humain sont, dans une certaine mesure, radioactives. Etant donné l'ubiquité de cette radioactivité naturelle et le risque minime qu'elle présente pour l'individu, on s'est demandé à quel niveau de risque la société devrait commencer à s'inquiéter de la

* Ce principe tient également compte des facteurs sociaux et économiques.

présence de matières radioactives dans l'environnement. Il a été rendu compte des résultats d'une étude, accompagnée de recommandations, sur la détermination de niveaux de dose *de minimis* à partir du risque acceptable. Depuis deux ans, divers débats ont eu lieu à l'échelon international en vue de parvenir à un consensus sur les principes devant régir la suspension des contrôles réglementaires pour certaines sources de rayonnements ou leurs applications. Ces activités ont fait l'objet d'un exposé à la conférence, mais il est apparu qu'il y avait encore à faire dans ce domaine (voir l'article sur le sujet dans ce numéro du Bulletin).

Radioprotection du personnel

Il a été question de la radioexposition professionnelle au cours des opérations du cycle du combustible nucléaire telles que l'exploitation et le déclassement des centrales et le retraitement du combustible, ainsi que dans les mines de phosphate et de charbon, et aussi dans l'espace.

Le programme de coopération technique de l'AIEA en matière de radioprotection a été brièvement décrit et l'on a souligné que les missions consultatives de l'AIEA pour la radioprotection, dont trente ont déjà eu lieu, ne sont pas des inspections. Elles consistent plutôt à discuter des problèmes de radioprotection et à assister la recherche systématique d'une amélioration des normes de radioprotection dans les pays visités, en planifiant soigneusement la coopération technique, en formant des radioprotectionnistes et en donnant des conseils pour le perfectionnement ou la création du cadre juridique nécessaire.

En ce qui concerne les méthodes pratiques de surveillance de la contamination interne des travailleurs, des détails ont été donnés sur les nouvelles techniques d'analyse biologique applicables au dosage des radionucléides le plus couramment utilisés.

L'exposition des travailleurs de l'industrie des phosphates et de l'industrie charbonnière (cendres volantes) a fait l'objet d'une discussion où l'on a mentionné les mesures faites à l'aide de dosimètres thermoluminescents et à traces et par analyses d'urine, ainsi que l'évaluation des aberrations chromosomiques dans le sang. Les résultats ont montré que ces travailleurs doivent être considérés comme professionnellement exposés, mais les industries en question ne sont pas visées par la législation relative à la radioprotection; ces travailleurs reçoivent des doses de 1 à 10 mSv par an et l'on a détecté des aberrations chromosomiques consécutives à des doses de 20 mSv dues à une exposition continue pendant deux ou trois ans. Cette information a beaucoup retenu l'attention.

Des progrès ont été signalés dans l'analyse de la distribution de la dose, et de ses tendances, par catégories d'emplois dans l'industrie nucléaire. Des données sur l'exposition sont extraites des fichiers nationaux pour vérifier l'application des règlements et déterminer s'il y a lieu d'améliorer le contrôle de l'exposition ou le système d'enregistrement des doses.

Un exposé a été fait sur la surveillance radiologique du personnel de l'usine de retraitement du combustible de Sellafield. L'emploi d'échantillonneurs d'air individuels est maintenant généralisé (plus de

2000 ouvriers de l'usine les utilisent) et complété par des examens anthroporadiométriques et des analyses d'urine.

En outre, les résultats de 50 autopsies partielles ont été étudiés pour déterminer la distribution de la radioactivité dans l'organisme (essentiellement dans le foie et le périoste). De même, une étude épidémiologique sur quelque 7000 travailleurs anciens et actuels est en cours; elle implique le réexamen des résultats de 250 000 analyses d'urine.

Organisation de la conférence

A l'invitation du Gouvernement australien, l'AIEA a réuni à Sydney, du 18 au 22 avril 1988, la Conférence internationale sur la radioprotection et l'énergie nucléaire pour faciliter un échange de vues international sur les principes de radioprotection à l'intention du législateur et du praticien, exposer les problèmes importants de l'actualité, étudier les difficultés d'application des principes de radioprotection et, le cas échéant, trouver des solutions génériques. La conférence était l'invitée du Département des industries primaires et de l'énergie. Elle faisait suite au 7ème congrès mondial de l'Association internationale de radioprotection (AIRP), réuni au même endroit. Le congrès s'est principalement intéressé à la pratique de la radioprotection et de nombreux exposés ont porté sur la protection contre des rayonnements non ionisants, tandis que la conférence s'est surtout occupée des principes, critères et politiques en matière de radioprotection. Entre les deux réunions, le 17 avril 1988, a eu lieu une réception organisée conjointement par le Gouvernement australien, l'AIRP et l'AIEA, qui fut l'occasion de célébrer le 60ème anniversaire de la CIPR.

Plus de 320 experts de 50 Etats Membres et de six organisations internationales — CIPR, AIRP, Organisation mondiale de la santé, Commission des communautés européennes, Commission électrotechnique internationale et Organisation internationale de normalisation — ont assisté à la conférence. Des participants de 27 Etats Membres et de quatre organisations internationales ont présenté un total de 82 mémoires (dont huit australiens).

Les mémoires ont été répartis entre les 10 séances scientifiques qui avaient pour thèmes:

- sûreté nucléaire et radioprotection (8 mémoires)
- évolution des principes de radioprotection (8 mémoires)
- réglementation de la radioprotection (13 mémoires)
- optimisation et collaboration à la gestion (12 mémoires)
- radioprotection du personnel (9 mémoires)
- limitation des rejets radioactifs (5 mémoires)
- élimination des déchets radioactifs (6 mémoires)
- incidences radiologiques des installations nucléaires (5 mémoires)
- planification de l'intervention en cas d'accidents (3 mémoires)
- bilan des accidents (8 mémoires)

Le programme comportait en outre une séance spéciale sur le rapport dose-effet et ses conséquences dans le domaine nucléaire, à laquelle cinq mémoires ont été présentés, et une table ronde sur l'éducation et la formation en matière de radioprotection.

M. John Kerin, ministre des industries primaires et de l'énergie, a prononcé l'allocation de bienvenue et M. Hans Blix, directeur général de l'AIEA, a officiellement ouvert la conférence, dont un compte rendu sera publié par l'AIEA.

Extraits du discours de M. John Kerin, ministre des industries primaires et de l'énergie

«Les risques sanitaires dus aux rayonnements sont un sujet dont on parle beaucoup et qui préoccupe l'opinion dans de nombreux pays du monde, dont l'Australie. Le thème de cette conférence — la radioprotection dans le domaine nucléaire — nous invite à un réexamen de la nature et de la performance des systèmes de radioprotection dont nous disposons. L'Australie s'intéresse vivement à cette question en tant que producteur d'uranium et signataire d'accords nationaux et internationaux sur l'utilisation des matières nucléaires, et en tant que pays où se font des travaux de recherche et développement en science et technologie nucléaires. Ces activités font intervenir toute la gamme des méthodes de radioprotection concernant aussi bien les matières radioactives de longue période, tels l'uranium, le thorium et le radium, manipulées lors de l'extraction et du traitement des minerais radioactifs, que les radio-isotopes de très courte période utilisés en médecine nucléaire.

«L'Australie possède 29% des réserves d'uranium à bon marché du monde occidental. Elle ne les utilise pas pour elle-même comme source d'énergie, mais elle assure 10% des besoins en uranium du monde occidental; c'est pourquoi le Gouvernement australien veille à ce qu'un maximum de radioprotection soit assuré dans l'industrie de l'énergie nucléaire. En outre, l'Organisation australienne pour la science et la technologie nucléaires produit des radio-isotopes destinés à l'Australie et à toute la région du Pacifique. Ces produits sont utilisés couramment dans d'importants secteurs de l'industrie et de la médecine, par exemple pour évaluer les ressources d'eaux souterraines, améliorer les récoltes, suivre le transport de matières dans les conduites, surveiller la pollution de l'environnement et faciliter les diagnostics et traitements médicaux.

«L'action de l'AIEA est fondamentale en ce qui concerne la sûreté des applications de l'énergie atomique à des fins pacifiques, car elle consiste à fixer des normes pour la protection de la santé, de la vie et

des biens dans tous les domaines de la technologie et de l'industrie nucléaires. De nombreux pays appliquent des normes de radioprotection des travailleurs et du public qui s'inspirent des recommandations de l'AIEA contenues dans ses codes de bonne pratique et ses guides de sûreté. L'AIEA est également chargée d'appliquer des garanties aux matières nucléaires pour prévenir leur détournement à des fins militaires. Les tâches de l'AIEA concernant la sûreté se sont multipliées au cours des années à mesure que la technologie et l'énergie nucléaire s'étendaient au monde entier.

«L'Australie participe aux activités de l'AIEA depuis que celle-ci existe. Elle était membre du groupe de travail des douze créé en 1955 pour élaborer le projet de statut de l'organisation que l'on se proposait alors de créer et, après 1956, l'Australie devenait membre du Conseil des gouverneurs de cette organisation.

«L'Australie continue de s'intéresser activement aux travaux et aux objectifs de l'AIEA. C'est ainsi qu'elle a collaboré à l'élaboration des conventions sur la notification rapide d'un accident nucléaire et l'assistance en cas d'urgence radiologique, dont elle est signataire. Elle a également siégé à divers comités et groupes de travail créés par l'AIEA pour rédiger des codes et manuels internationalement reconnus, notamment au groupe consultatif permanent du transport des matières radioactives qui a élaboré un règlement de transport largement appliqué dans le monde, et aux groupes responsables des codes sur la radioprotection dans l'extraction et le traitement des minerais radioactifs et sur la gestion des terrils. L'Australie a aussi collaboré à la publication de l'AIEA sur les questions de santé et de gestion des déchets, et participe aux programmes de l'AIEA concernant notamment la santé et la sûreté des travailleurs et la contamination des denrées alimentaires par des éléments toxiques. Par l'intermédiaire de l'Accord régional de coopération de l'AIEA, l'Australie collabore à l'organisation de services de radioprotection dans les pays de l'Asie du Sud-Est et du Pacifique.»

Limitation des rejets radioactifs

Le débat a commencé par un exposé général sur les limites imposées aux rejets radioactifs dans les pays d'Europe. Bien qu'il existe un cadre commun, on constate que l'application de ces limites varie considérablement, dans le détail, d'un pays à l'autre de la Communauté. Tous les pays n'en appliquent pas moins le principe du niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, mais avec des variantes. Une discussion a eu lieu sur les mérites respectifs d'autres solutions consistant à fixer une limite supérieure tout en maintenant ce principe, ou à fixer des normes correspondant à la technologie la plus avancée. Le principe du niveau le plus bas n'en reste pas moins l'approche la plus équitable et la plus efficace.

D'autres exposés traitaient de modèles d'évaluation des doses résultant de l'exploitation d'un réacteur de recherche ou du rejet en mer des déchets d'une usine de retraitement. Les principes et règles de gestion des résidus d'uranium dans un pays ont été évoqués.

Elimination des déchets radioactifs

Quatre mémoires traitaient des dépôts de déchets radioactifs et deux concernaient les conséquences possibles de l'évacuation de ces déchets en mer. Un participant a décrit un programme de coopération internationale comportant l'étude de la migration des transuraniens et des produits de fission naturels, dont la première partie traite de la migration autour de quatre gisements d'uranium; au cours des trois prochaines années, les travaux ne porteront que sur un seul d'entre eux où les conditions sont jugées les plus défavorables pour un dépôt en profondeur. Pour le moment, on a constaté que l'uranium ne se déplace que de 80 mètres par million d'années.

Il a également été question d'un programme concernant le choix de sites géologiques propices au stockage de déchets. Des formations de granite, d'argile, de sel et de schiste seront examinées d'ici à 1990 en vue de leur homologation pour 1995. (Les critères techniques d'autorisation pour le stockage seront une limite de dose

à la population de 1 mSv/an et un risque maximal de 10^{-5} /an.) L'étude donne à penser que les conséquences radiologiques de l'intrusion seront probablement minimales.

Un système de refroidissement par thermosiphon est envisagé pour un dépôt de déchets nucléaires; il exigerait une perméabilité de 10^{-12} par mètre carré, au minimum (équivalent à celle du sable compacté), et la présence d'eau. Ce thermosiphon ferait, paraît-il, baisser de moitié la température des conteneurs, réduisant ainsi la contrainte thermique. Le système présenterait l'avantage de l'immobilité; de plus, il limiterait la corrosion et, si quelques actinides venaient à s'échapper du conditionnement, ils resteraient prisonniers du courant de convection.

Des essais avec la formule australienne Synroc (matériaux synthétiques) ont été décrits. L'Organisation australienne pour la science et la technologie nucléaires de Lucas Heights a mis en service une usine pilote. Après quelque 3500 essais de lixiviation, on a constaté que la perte de matrice équivalait à un taux d'érosion de 1 millimètre tous les 100 ans. On a fait une étude comparative de stockage dans Synroc, dans du verre au silicate de bore, et sous forme d'éléments combustibles, qui permettrait de conclure que le Synroc se comporte mieux que tous les autres matériaux et que son emploi sera moins onéreux que la vitrification.

Plusieurs participants ont signalé que, contrairement aux affirmations de la CIPR, la protection de l'être humain n'implique pas nécessairement celle des autres espèces. Des modèles dosimétriques établis pour certains animaux marins ont fait apparaître des débits de dose ayant un effet significatif sur ces animaux. A titre d'exemple des problèmes qui se posent pour ces autres espèces, le cas a été cité d'un phoque qui, après avoir consommé trois tonnes de poisson acceptable pour la consommation humaine, se trouvait soumis à un débit de dose de 36 milligrays par an.

Planification de l'intervention en cas d'accident

La question complexe du calcul des niveaux d'intervention a été soulevée et l'on a proposé, comme solution possible, de fixer des niveaux de radioactivité maximaux autorisés. La conférence a étudié la nécessité de tels niveaux, internationalement reconnus, en ce qui concerne les denrées alimentaires. Des directives proposées par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la santé devraient être publiées en 1989 si le Codex Alimentarius les approuve. Cette mesure permettrait de résoudre de façon uniforme le problème de la protection du public contre les produits alimentaires contaminés.

Il a été précisé que le Codex représente les opinions des spécialistes de la santé et des agriculteurs et que, dans certains pays, de faibles niveaux de contamination suscitent d'inutiles inquiétudes.

La question de l'uniformisation des niveaux d'intervention dérivés concernant les denrées alimentaires a mis en lumière un problème de communication. Plusieurs participants ont fait observer que les approches différentes d'un pays à l'autre risquaient de troubler et d'inquiéter les esprits. La communication entre pays en

vue d'aboutir à des stratégies communes dans les domaines considérés peut faire beaucoup pour aider le public à mieux comprendre ce dont il s'agit. On a fait très justement remarquer que, si l'on veut vraiment communiquer avec le public, il faut apprendre certaines techniques. Il semble que le public se laisse bien plus influencer par le jeu des protagonistes d'un débat public que par le contenu intellectuel de leurs arguments. Ces protagonistes savent généralement fort bien manier la communication et traiter les médias. En somme, si l'on veut engager un débat sur la scène publique, il faut savoir s'y prendre et ne pas s'en remettre à la seule force des arguments scientifiques.

Leçons à tirer des accidents

Les conséquences radiologiques de l'accident de Tchernobyl et les mesures prises pour les combattre ont été décrites pour l'information de la conférence. On a fait remarquer que ces mesures avaient considérablement réduit l'exposition externe et interne. Elles prévoyaient une action protectrice de grande envergure, l'évacuation immédiate d'une partie de la population, un traitement prophylactique à l'iode stable, la fixation de limites provisoires de la radiocontamination admissible, la restriction de la consommation de denrées contaminées et l'adoption de mesures agrotechniques spéciales. La protection radiologique de la population et des équipes d'intervention dans la zone de 30 kilomètres n'est possible dans un premier temps, et a fortiori ultérieurement, que s'il existe une réglementation stricte relative à l'exposition, sur laquelle les responsables puissent s'appuyer pour prendre leurs décisions dans les circonstances difficiles. Il faut aussi qu'ils puissent compter sur une bonne infrastructure, accompagnée notamment d'un réseau de surveillance radiologique de l'environnement doté du matériel indispensable de spectrométrie gamma, de dosimétrie et de radiométrie.

Les problèmes d'organisation, de méthodologie et d'instrumentation ont été abordés: dans la zone de 30 kilomètres autour du réacteur endommagé, il fallait disposer d'une étendue de mesure des débits de dose de six ordres de grandeur. Des problèmes se sont posés du fait de la grande diversité des instruments utilisés, dont les réponses en énergie et les étalonnages différaient, alors que de telles urgences appellent une instrumentation simple, compacte et fiable. Il y avait aussi le problème dû au transport de contamination résultant des déplacements entre le centre de la zone sinistrée et l'extérieur.

Certains ont opiné que l'on ne pourrait redonner confiance dans le nucléaire qu'en évaluant les risques des autres industries de la même manière que ceux de l'industrie nucléaire et en se mettant d'accord quant à l'hypothèse de linéarité sans seuil, qualifiée de défi au bon sens.

Deux mémoires exposaient le système de surveillance environnementale, de mesure et de dosimétrie de l'iode 131. La surveillance de l'environnement a été mise en place dans les années 50 et 60 pour mesurer les retombées des essais d'armes nucléaires, puis élargie et modifiée dans les années 70 avec l'avènement de l'énergie d'origine nucléaire. Après Tchernobyl, les chambres d'ionisation indiquaient des débits de dose de

**Extraits du discours de M. Hans Blix, directeur général de l'AIEA
lors de la Conférence internationale sur la radioprotection et l'énergie nucléaire**

M. Hans Blix a rendu hommage à la Commission internationale de protection radiologique, qui avait cette année soixante ans d'existence.

De nos jours, la responsabilité de la sûreté de l'individu dans les domaines les plus divers est assumée par des organismes légalement constitués, au-dessus de tous les gouvernements. Dans ce contexte, c'est une bonne chose que l'organisme international central qui traite des principes scientifiquement fondés de la radioprotection soit indépendant des gouvernements et se compose uniquement de scientifiques du monde entier. Alors même que les chercheurs sont bien souvent critiqués pour leur quête des secrets de la vie et de la matière sans se soucier des conséquences, il est frappant que ceux qui ont étudié les rayonnements ionisants soient conscients non seulement des possibilités intéressantes de ces rayonnements, mais aussi des dangers qu'ils comportent, et qu'ils se soient efforcés, dès le début de leurs travaux, de définir scientifiquement les principes à respecter pour garantir la sûreté. Cet organisme s'est acquis une telle autorité que ses recommandations sont maintenant suivies dans le monde entier.

«Le caractère purement scientifique et peu bureaucratique des travaux de la CIPR fait tout le mérite de cette commission, mais encore faut-il qu'il y ait des organismes qui se chargent plus prosaïquement d'incorporer ces principes à des règlements et de les faire respecter: ce sont les gouvernements et les organisations intergouvernementales.

«Je suis heureux de pouvoir dire que, dès sa création en 1957, l'AIEA a collaboré très étroitement et fructueusement avec la CIPR et s'est fondée sur ses conclusions. C'est au sein de l'Agence que les gouvernements ont œuvré ensemble pour transformer les principes énoncés par la CIPR en règles et pratiques acceptables et applicables dans tous les pays.

«La mise en œuvre de cette réglementation est laissée à la nombreuse cohorte des radioprotectionnistes. Je profite de l'occasion qui m'est offerte pour féliciter l'Association internationale de radioprotection qui groupe 12 000 de ces spécialistes et vient de clore son 7^{ème} congrès mondial, qui fut un succès. Je puis dire aux membres de cette association que l'AIEA fait actuellement un gros effort pour développer les services qu'elle fournit à ses Etats Membres pour les aider à élaborer des règlements et à créer les mécanismes qui veilleront à leur application. Si l'on veut que les maintes applications médicales, agricoles et industrielles soient pleinement utilisées et acceptées en toute confiance par le grand public, il faut établir une réglementation prudente et l'appliquer scrupuleusement.

«La grande famille des radioprotectionnistes peut être fière de son succès à cet égard et je suis certain qu'elle ne se contentera pas de se reposer sur ses lauriers, mais s'efforcera de renforcer encore la coopération internationale dans le domaine de la radioprotection. L'harmonisation des normes sur le plan international ne peut que rendre le public plus confiant, contrairement à ce qui s'est passé après l'accident de Tchernobyl à cause de l'incohérence des niveaux d'intervention fixés pour les denrées alimentaires. Il faudra bien aussi que les radioprotectionnistes se décident une bonne fois à expliquer au public en termes courants — et ce n'est pas là tâche aisée pour un scientifique — les avantages des applications raisonnables des rayonnements ionisants ainsi que les mesures que l'on peut, et doit, prendre pour en garantir la sûreté. Si l'on n'y parvient pas, il se pourrait que le public, si inquiet de voir notre monde constamment menacé, ne tolère plus les applications de l'énergie nucléaire que nous savons pourtant inoffensives et profitables pour lui.»

400 mGy/heure à Budapest. L'eau potable provenant du Danube fut interdite et l'on contrôla la consommation des produits laitiers et des légumes. L'iode 131 était la principale source d'exposition dans l'immédiat. Les absorptions suivaient une distribution log-normale, la médiane se situant vers 200 becquerels. Il est intéressant de noter que l'ingestion était plus importante que l'inhalation.

Il est apparu que les mesures simples ne suffisaient pas pour évaluer les effets sur la santé. Les informations diffusées par les médias et l'incohérence des mesures venaient encore ajouter à l'angoisse de la population.

Une description a été donnée des mesures du césium 137 faites sur 42 sujets viennois à l'aide d'un anthroporadiamètre à écran partiel. Les valeurs les plus élevées ont été atteintes en avril-mai 1987, avec une lecture individuelle maximale de 67 kilobecquerels. D'autres mesures ont indiqué une plus forte absorption chez les sportifs, ce qui les classe, avec les enfants, dans le groupe à risque maximal.

La conférence s'est aussi penchée sur le dernier en date des accidents graves, celui de Goiânia, au Brésil, causé par une source au césium 137 utilisée en radio-

thérapie. Sur les quelque 112 000 personnes examinées, 249 étaient contaminées, les doses les plus fortes se situant entre quatre et sept grays. Les participants ont été impressionnés par l'étendue de la contamination et par les difficultés que les équipes de contrôle radiologique ont dû affronter. Ce genre d'accident peut malheureusement se produire dans n'importe quel pays. Des renseignements ont été communiqués sur les victimes; la surveillance radiologique de la population de Goiânia; la récupération de la source; le relevé, la définition et l'isolement des zones contaminées; les préparatifs des opérations de décontamination et de nettoyage dans l'agglomération de Goiânia; l'exposition professionnelle du personnel affecté à ces opérations; la surveillance radiologique de l'environnement et des personnes; l'assistance et la coopération techniques offertes par diverses organisations.

A la suite de l'accident, quatre personnes étaient mortes d'une forte surexposition à la fin de décembre 1987; un patient a dû être amputé du bras droit et plusieurs autres, atteints de radiodermite, ont subi de petites interventions chirurgicales. Cinquante personnes demeurent sous surveillance médicale. Les secteurs

initialement contaminés, à l'exception de quelques petites zones, sont de nouveau accessibles au public et la plupart des évacués ont regagné leurs foyers*.

De fait, il existe un dispositif d'assistance internationale: le centre d'assistance et de formation de l'OMS pour les urgences radiologiques qui dispose de moyens d'intervention à l'échelon local, national et international pour le traitement médical des accidents radiologiques. En 1980, il est devenu le Centre de collaboration de l'OMS pour l'assistance en cas d'urgence radiologique dans l'hémisphère occidental.

Un exposé a fait l'historique des accidents impliquant des sources scellées survenus entre 1944 et mars 1988. Selon le registre des accidents nucléaires tenu par le service d'assistance d'urgence du laboratoire d'Oak Ridge, 48% des 296 accidents consignés sont la conséquence directe d'une malencontreuse erreur de manipulation de sources radioactives scellées. Pour éviter le retour de ces fâcheux événements, a-t-on souligné, il faut tout à la fois rendre le public conscient du danger que présentent ces sources, améliorer la formation technique du personnel des services de radiologie et instituer un contrôle officiel général de tous les produits ou dispositifs à base de radio-isotopes.

Conclusions de la conférence

- Bien que la séance consacrée aux mesures à prendre pour faciliter la bonne gestion et l'amélioration des services n'ait rien apporté de nouveau, on constate que la tendance à optimiser la radioprotection se généralise.
- Il semble que les doses collectives estimatives par période unitaire d'activité tendent nettement à diminuer malgré l'augmentation du parc nucléaire.
- Les publications en vente libre donnent très peu de renseignements sur l'exposition professionnelle du personnel.
- Les concentrations de radionucléides dues à l'accident de Tchernobyl et les doses qui en résultent sont moindres que l'on ne pensait.

* A la suite d'une réunion d'experts internationaux organisée au Brésil en juillet 1988 pour examiner la situation, l'AIEA a décidé de rédiger un rapport complet sur l'accident de Goiânia.

- Les programmes de formation devraient faire une plus grande place à la formation des instructeurs. Il faudrait constituer une base de données pour la formation.

- Les services de réglementation devraient envisager d'exempter les opérations et les sources qui ne délivrent que des doses individuelles et collectives insignifiantes.

- Les règles de radioprotection ne doivent pas être trop spécifiques afin de pouvoir s'adapter aux changements.

- L'importance du rôle des organismes internationaux (AIEA et Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques) dans l'élaboration des critères d'exemption a été maintes fois soulignée.

- La dosimétrie des survivants de Hiroshima et Nagasaki a fait l'objet d'un long exposé, mais la conférence n'a pas pu étudier suffisamment ce que les résultats obtenus impliquent pour la radioprotection.

- L'application de notions probabilistes à l'évaluation des risques doit être étudiée plus à fond.

- Bien que le fondement scientifique de la linéarité du rapport dose-effet n'ait pas été examiné dans le détail — on avait fait remarquer que la radioprotection serait impossible dans la pratique sans cette hypothèse — il a été rappelé que tous les risques encourus dans l'existence sont dépourvus de seuil et que l'absence de seuil n'est pas une notion nouvelle. On a cependant fait observer que des seuils et des limites étaient utilisés dans la vie quotidienne et qu'il en fallait bien aussi sous une forme ou une autre, en radioprotection, pour éviter d'incessants malentendus.

- Il a été conclu que les organismes réglementaires ne sont pas encore prêts à étudier sérieusement certains des concepts évoqués ci-dessus et qu'il appartenait aux spécialistes de la sûreté nucléaire et aux radioprotectionnistes d'améliorer la situation.

La conclusion à tirer de cette conférence est qu'il faut élucider les incidences de la linéarité sans seuil du rapport dose-effet, continuer à rechercher et développer des concepts plus pratiques (par exemple, la notion de «seuil de risque»), faciliter la solution des problèmes actuels de communication, et analyser à fond les résultats de la dosimétrie des survivants de Hiroshima et de Nagasaki.

