Sous la direction de
Ivo Rens et
Joel Jakubec

Radioprotection et droit nucléaire

Entre les contraintes économiques et écologiques, politiques et éthiques

georg ÉDITEUR

Collection Stratégies énergétiques, Biosphère & Société

Radioprotection et droit nucléaire

Entre les contraintes économiques et écologiques, politiques et éthiques

Sous la direction de
Ivo Rens et Joel Jakubec

Radioprotection et droit nucléaire

Entre les contraintes économiques et écologiques, politiques et éthiques

georg
ÉDITEUR

Illustration de couverture: par courtoisie, Etienne Delessert
mise en pages: atelier weidmann

ISBN 2-8257-0580-2
© Copyright by SEBES 1998
La reproduction partielle d'études parues dans ce volume est autorisée moyennant l'indication de la source et l'envoi d'un justificatif à l'adresse de SEBES. La reproduction in extenso doit faire l'objet d'une autorisation.

Vente exclusive en librairie : Georg Editeur S.A., 46, chemin de la Mousse, CH-1225 Chêne-Bourg/Genève.
Distribution des Editions Georg en Suisse: GM Diffusion S.A., CH-1027 Lonay; en France: DILISCO, F-94200 Ivry-sur-Seine; en Belgique: Presses de Belgique, B-1300 Wavre; au Canada: DPLU Inc., Bureau 112 5165 Sherbrooke Ouest, Westmount/Québec H4A IT6.
On peut également obtenir SEBES par abonnement auprès de Médecine et Hygiène, 78, av. de la Roseraie, case postale 456, CH-1211 Genève 4, fax (4122) 702 93 55.

Stratégies énergétiques, Biosphère & Société (SEBES)
Forum interdisciplinaire indépendant

PROFESSEUR IVO RENS, Département d'histoire du droit et des doctrines juridiques et politiques, Faculté de droit, Université de Genève, CH-1211 Genève 4, fax (4122) 735 09 42

Collection dirigée par

LAURENCE BOISSON DE CHAZOURNES
Docteur en droit, conseil auprès du Département juridique de la Banque mondiale, Washington

FABRIZIO CARLEVARO
Professeur d'économétrie à la Faculté des sciences économiques et sociales, directeur du Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie, Université de Genève

JACQUES GRINEVALD
Chargé de cours, Institut universitaire d'études du développement, Genève

JOEL JAKUBEC
Théologien, pasteur de l'Eglise nationale protestante de Genève

LOUISE LASSONDE
Docteur en démographie de l'Université de Montréal, consultante internationale et coprésidente de la Fondation du Devenir, Genève

PHILIPPE LEBRETON
Professeur émérite de biologie végétale, Université Claude Bernard de Lyon 1

JEAN-PAUL MARÉCHAL
Maître de conférences en science économique, Université de Rennes 2 Haute Bretagne, chercheur au Laboratoire d'économie et de sciences sociales, Rennes

IVO RENS
Professeur au Département d'histoire du droit et des doctrines juridiques et politiques, Faculté de droit, Université de Genève

FRANCO ROMERIO
Docteur en sciences économiques et sociales, collaborateur scientifique, Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie, Genève

HENDRIK PH. VISSER'T HOOFT
Professeur émérite de philosophie du droit, Université d'Utrecht

Conseillers de la direction

FRANÇOIS BURNIER
Docteur en médecine de l'Université de Bâle, médecin

CAROLINE DOMMEN
Juriste, directrice de 3D associée, rédactrice associée au Centre international pour le commerce et le développement durable, Genève

CHARLES P. ENZ
Professeur honoraire de physique théorique, Faculté des sciences, Université de Genève

RICHARD GRANTHAM
Professeur émérite de biologie, Institut d'évolution moléculaire, Université Claude Bernard de Lyon 1

Sommaire

Comment évaluer le droit de la radioprotection ?
Ivo Rens 13

Effets des radiations ionisantes sur la biosphère
Hubert Greppin 19

Evolution of the ICRP System of Protection
Hylton Smith 29

Comment sommes-nous «protégés» contre le rayonnement ? Les normes internationales de radioprotection. Le rôle de la Commission internationale de protection radiologique
Roger Belbéoch 43

Accidents nucléaires et droit international: remarques sur les trois Conventions de Vienne de 1986 et 1994
Catherine-Zoï Varfis 97

Le jeu des conventions internationales en matière de réparation des dommages nucléaires
Helena Conruyt 113

Introduction à la problématique juridique de la radioprotection en droit international
Anne Rainaud 125

Le principe de précaution et la radioprotection
Marie-Claude Boehler 143

La réglementation de l'Union européenne en radioprotection
Jean-Michel Courades 163

Le rôle de l'Agence internationale de l'énergie atomique en matière de radioprotection
Jean-Marie Rainaud 171

Interférences entre l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS)
Michel Fernex 183

The Role of UNSCEAR in Developing the Scientific Basis of Radiation Protection
Burton G. Bennett 199

Radioactivité et droit du travail
Anne Millet-Devalle 207

Tchernobyl, conséquences sanitaires et écologiques 1986-1997
Jean-Pierre Revel 217

Comprendre Tchernobyl. Résistances à un défi épistémologique
Jean Rossiaud 231

Responsabilités occidentales dans les conséquences sanitaires de la catastrophe de Tchernobyl, en Biélorussie, Ukraine et Russie
Bella Belbéoch 247

Les risques des politiques électronucléaires
Franco Romerio 263

Droit maritime et droit nucléaire
Françoise Odier 275

Le système suisse de radioprotection
Sandro Daïna 281

About Some Teratogenetic Effects of Nuclear Radiations on US Jurisprudence and Science
Robert M. Hager 293

L'homme, la radioprotection et le droit nucléaire ***de lege ferenda***
François Bianchi et Alain Papaux 313

INFORMATION

Jugement du Tribunal Permanent des Peuples 351

Communiqué de presse du 19 juin 1997 de l'Association pour l'Appel de Genève 353

RÉFLEXION

François Quesnay (1694-1774), fondateur méconnu de l'économie multidimensionnelle ?
Jean-Paul Maréchal 355

Hommage à Nicholas Polunin (1909-1997), pionnier de la diplomatie environnementale
Jacques Grinevald 365

LITTÉRATURE

Vladimir Vernadsky, *La Biosphère* (Ivo Rens) 369

Vladimir Vernadsky, *Scientific Thought as a Planetary Phenomenon* (Ivo Rens) 370

Jean-Paul Maréchal, *Le rationnel et le raisonnable. L'économie, l'emploi et l'environnement* (Franco Romerio) 371

Evandro Agazzi, *Das Gute, das Böse und die Wissenschaft. Die ethische Dimension der wissenschaftlich-technologischen Unternehmung* (Charles P. Enz) 372

Catherine Aubertin et Franck-Dominique Vivien, *Les enjeux de la biodiversité* (Jean-Paul Maréchal) 375

Lester Brown ed., *L'état de la planète* (Benoît Lambert) 376

Theo Colborn, Diane Dumanovski, John Peterson Myers, *L'homme en voie de disparition ?* (Benoît Lambert) 378

Dominique Bourg, *Les scenarios de l'écologie* (Jean-Paul Maréchal) 380

Dominique Bourg, *L'homme artifice. Le sens de la technique* (Jean-Paul Maréchal) 381

Françoise Burgat, *Animal, mon prochain* (Jean-Paul Maréchal) 383

Alain Papaux et Eric Wyler, *L'éthique du droit international* (Robert Kolb) 385

Corinne Lepage, *«On ne peut rien faire, Madame le ministre...»* (Ivo Rens) 386

Bella et Roger Belbéoch, *Sortir du nucléaire, c'est possible avant la catastrophe* (Ivo Rens) 388

Thomas Nilsen, Igor Kudrik, Alexandre Nikitine, *La flotte russe du Nord* (Joel Jakubec) 390

René Longet, *La Suisse en reconstitution, outils pour l'action* (Joel Jakubec) 391

Barbara Skorupinski, *La génétique dans l'agriculture comme sujet de réflexion éthique* (Joel Jakubec) 392

Résumés 395

Zusammenfassungen 401

Summaries 407

Ont collaboré à ce volume 413

Comment évaluer le droit de la radioprotection ?

Ivo RENS

> «De tous les instruments de la violence, ceux qui sont à base d'énergie atomique sont les destructeurs les plus décisifs; et pour les fervents du pouvoir, même sous un régime de gouvernement mondial, la tentation de recourir à ces moyens trop simples hélas, et trop efficaces, de satisfaire leur désir, sera forte, en vérité. En raison de toutes ces considérations, il nous faut conclure que l'énergie atomique est, et demeurera vraisemblablement longtemps, une source de puissance industrielle qui est, politiquement et humainement parlant, indésirable au suprême degré.»
>
> ALDOUS HUXLEY[1]

Lorsque, en 1990, nous avons lancé la revue *Stratégies Energétiques, Biosphère & Société*, qui devait se transformer peu après en une série ou collection des Editions Georg, nous avons d'emblée précisé qu'elle visait à constituer un «Forum interdisciplinaire indépendant». Indépendants, nous entendions l'être et nous le sommes restés par rapport aux puissantes instances ou aux coteries qui prédéterminent trop souvent les choix énergétiques au nom d'une politique de la science elle-même trop souvent surdéterminée par une vision du progrès encore tributaire des Lumières et du positivisme comtien qui ont modelé durablement nos universités, nos académies et même nos mentalités. Aussi bien notre interdisciplinarité s'est souvent arrêtée plus modestement à une multidisciplinarité qui n'en est que le premier palier et a rarement atteint à la transdisciplinarité qui devrait en être l'aboutissement idéal, s'il nous est permis d'emprunter à Jean Piaget un schéma devenu presque classique de l'organisation hiérarchique des relations entre les disciplines.[2]

Le gigantesque programme militaire, scientifique et industriel qui reçut en 1942 le nom de code prometteur de *Manhattan Engineer District* (MED), le fameux Projet Manhattan, consacra le triomphe d'une conception caricaturalement disciplinaire de la recherche, non pour des raisons épistémologiques mais par souci de sécurité, le strict cloisonnement baptisé par son patron, le général Groves, «compartmentalization», étant conçu comme garant de l'efficacité et du secret qui devaient assurer en un temps record la victoire et l'hégémonie militaires des Etats-Unis[3]. Cette réussite spectaculaire laissa un souvenir durable. A bien des égards, malheureusement, nos institutions académiques et universitaires pratiquent une spécialisation et une départementalisation qui paraissent s'inscrire dans le droit fil de ce redoutable précédent que toute une littérature nomme le complexe militaro-industriel.

Si même le terme de «holisme» a été forgé en 1926 par le philosophe et homme politique sud-africain Jan Christiaan Smuts[4], l'année même où le naturaliste soviétique Vladimir Ivanovitch Vernadsky publiait en russe sa *Biosfera*[5] – ces deux auteurs ayant été marqués par *L'évolution créatrice* du philosophe français Henri Bergson -, il n'en reste pas moins que c'est au lendemain de la Deuxième Guerre mondiale que l'émiettement et le cloisonnement du savoir firent l'objet de remises en cause épistémologiques notamment par Ludwig von Bertalanffy[6] et quelques autres chercheurs qui s'efforcèrent d'accréditer une approche synthétique ou systémique tendant à contrebalancer l'approche

analytique et réductionniste des sciences physico-chimiques[7]. Le débat entre ces deux options a été et reste particulièrement vif dans l'évolution récente des sciences du vivant, écologie comprise. Dans l'ordre socio-politique en tout cas l'interdisciplinarité est apparue à certains[8] comme une exigence éthique et démocratique de notre société car sans elle il ne saurait être question de contester l'investissement des champs politiques et économiques par une techno-structure dont la dynamique est souvent liée à quelques disciplines triomphantes comme le fut celle des « atomistes » au lendemain de la Deuxième Guerre mondiale.

La radioprotection illustre de façon lumineuse l'exigence d'une information critique, voire d'une démarche réellement interdisciplinaire dans la mesure où les règles juridiques qui sont censées l'assurer ne sauraient tenir leur légitimité que de choix politiques fondés sur des connaissances physiques, chimiques et biologiques précises aussi complètes que possibles, mais néanmoins lacunaires, comme de la prise en compte des limites actuelles de ces connaissances et donc des incertitudes qui les entourent, ce qui devrait inspirer humilité et prudence aux experts scientifiques, aux décideurs qui sollicitent leur avis et aux juristes qui se fient à eux. Toutefois, ces connaissances elles-mêmes n'acquièrent une légitimité épistémologique au regard des exigences actuelles que par leur insertion dans la perspective globale qui relève de la science écologique : la science de la Biosphère, de ses écosystèmes et des cycles biogéochimiques[9]. En effet que vaudrait une radioprotection qui ne tiendrait compte, par exemple, que de l'irradiation des travailleurs professionnels dans des installations en fonctionnement normal et non point de celle des travailleurs intérimaires qui abondent dans ce secteur d'activités ni de celle des uns et des autres en fonctionnement accidentel ? Et que vaudrait une radioprotection qui se limiterait aux seuls travailleurs du nucléaire sans se soucier de la contamination des consommateurs par des aliments « enrichis » en radionucléides reconcentrés par les réseaux trophiques, que ces radionucléides soient issus d'effluents industriels ou d'accidents radiologiques ?

A la vérité, si le cas de la radioprotection est exemplaire, il s'en faut de beaucoup qu'il soit exceptionnel. En s'aventurant dans l'ère thermo-industrielle, les sociétés dites avancées se sont engagées dans des choix scientifico-technologiques dont les enjeux échappaient généralement aux citoyens même les plus instruits, telle l'option entre les turbines hydrauliques et les machines à vapeur, et l'option entre les machines à vapeur à basse ou haute pression, au début du XIXe siècle[10]. Dans tous les cas, ces enjeux comportaient des risques dont il allait de soi qu'ils étaient socialement maîtrisables dans la mesure où ils ne semblaient en aucune façon comporter des conséquences dommageables autres que locales et provisoires. Mais nous ne sommes plus au XIXe siècle. L'âge nucléaire pose des problèmes à une tout autre échelle. En effet, ce n'est que dans la deuxième moité du XXe siècle qu'est apparu le risque technologique majeur[11].

En dépit de l'enthousiasme avec lequel elles furent généralement accueillies en 1945 par l'opinion publique des Alliés, les explosions de Hiroshima et Nagasaki incitèrent quelques rares esprits à mettre en doute ce bel optimisme. Depuis lors ce doute ne cessa de croître malgré les exploits sans cesse répétés du progrès technique. Cependant, la majorité de l'intelligentsia reste attachée au postulat qui veut que toute technique soit intrinsèquement neutre, ses applications seules ressortissant aux catégories de l'éthique. A l'appui de cette thèse on invoque volontiers la prétendue antériorité du nucléaire civil sur le nucléaire militaire. La désintégration atomique ne s'est-elle pas traduite par la réalisation du réacteur de Fermi à Chicago le 2 décembre 1942, soit quelque trois années avant les « applications militaires » ? Certes, mais cette première « pile atomique plutonigène » s'inscrivait dans le cadre et la perspective de la production de ces

dernières[12] ! En URSS également, la construction d'un réacteur plutonigène qui divergea le 20 décembre 1946 s'inscrivit dans le programme de production d'armes atomiques[13]. Quant à la France, dont le premier réacteur Zoë divergea le 15 décembre 1948, elle ne reconnut que bien plus tard avoir ainsi accompli le premier pas vers la bombe atomique[14]. Comme le démontrent les auteurs des *Barons de l'atome,* cette primauté de la raison d'Etat, autrement dit du militaire sur le civil, ne constitue nullement l'exception mais la règle en matière du développement de l'énergie nucléaire dans le monde[15].

Intellectuellement, la neutralité intrinsèque de la science et de la technique n'est pas seulement un postulat contestable ; c'est surtout une croyance archaïque dont les racines remontent aux Anciens, tant Romains que Grecs. Les hommes de la Renaissance, puis des Lumières, qui en héritèrent ne la mirent pratiquement jamais en doute, bien que la découverte de la poudre noire et le développement de l'artillerie, qui entraînèrent l'effondrement de la civilisation médiévale, eussent déjà pu leur ouvrir les yeux sur la dissymétrie inhérente à ces techniques, manifestement plus efficaces pour détruire et tuer que pour produire et faire vivre. Nous n'adhérons pas pour autant à une condamnation de la société technicienne à la manière d'un Jacques Ellul[16] mais plutôt à une approche critique de la technique et de la technologie que l'historien des techniques Arnold Pacey compare à un labyrinthe[17].

Fondée sur l'histoire des idées et des techniques, notamment militaires, et sur la prise de conscience de la pertinence de l'écologie globale pour la connaissance et la protection de la Biosphère dans laquelle nous vivons, notre perception de l'industrie nucléaire et du système juridique de radioprotection qui l'accompagne ne pouvait être que critique, comme l'attestent nos prises de position publiques en la matière depuis quelque vingt ans[18]. Telle est également l'optique du Comité de direction de SEBES. C'est donc cette démarche qui nous a conduit à consacrer ce volume non point au seul droit international de la radioprotection, comme nous l'avions d'abord envisagé pour faire suite au précédent volume sur *Le droit international face à l'éthique et à la politique de l'environnement*, mais bien à la radioprotection et au droit nucléaire. C'est elle encore qui nous a conduit à solliciter des contributions non seulement de juristes mais aussi de représentants des sciences naturelles, écologues et physiciens, de deux médecins et de quelques représentants des sciences sociales, afin de ne pas couper le droit de la radioprotection de sa *ratio legis* qui relève pour l'essentiel de domaines non juridiques. On ne peut, à notre avis, sinon aborder du moins évaluer le droit de la radioprotection qu'en tenant compte de la genèse des normes au sein de la Commission internationale de protection contre les radiations (CIPR) au regard des progrès scientifiques enregistrés au cours des dernières décennies. Pas davantage ne peut-on le comprendre en faisant abstraction des tensions qui le traversent, entre les contraintes économiques et écologiques, politiques et éthiques. D'où le titre et le sous-titre du présent volume.

Si nous avons veillé à ce que notre thématique soit traitée sous différents angles, nous nous sommes abstenus en revanche de sélectionner les auteurs en fonction de leur position politique sur l'électronucléaire ou la radioprotection pas plus d'ailleurs qu'en fonction de leur adhésion à une interdisciplinarité privilégiant l'écologie globale et la radioécologie. Nous les avons approchés sur la base seulement de leurs connaissances de la matière. Aussi bien le lecteur trouvera ci-après plusieurs études franchement favorables à l'électronucléaire et peu ou nullement critiques sur le système actuel de radioprotection ou bien planant fort au-dessus de nos préoccupations, études qui bien sûr, les unes et les autres, procèdent de prémisses épistémologiques fort différentes de celles évoquées ci-dessus. C'est dire que ni le Comité de direction ni l'auteur de ces lignes

ne sauraient endosser les positions idéologiques et épistémologiques des auteurs qui assument seuls la responsabilité de leurs textes respectifs. Si elle présente l'inconvénient apparent de ne pas offrir de recette, cette juxtaposition de points de vue, donc ce caractère délibérément contradictoire qui constitue d'ailleurs une exigence de l'expertise scientifique, ne peut manquer de réduire les zones d'incertitude dans un domaine qui reste conflictuel[19].

De par la diversité des approches retenues, ce volume tranche assurément sur pratiquement tous les ouvrages consacrés tant à la radioprotection qu'au droit qui la régit dont l'ancien ministre français de l'environnement vient de démontrer surabondamment qu'il est caractérisé non seulement par un déficit scientifique, mais plus encore par un déficit démocratique[20]. Les auteurs de l'étude conclusive ont entrepris d'en tirer, de leur point de vue de juristes, les principaux enseignements. Toutefois, eux aussi n'engagent qu'eux-mêmes. C'est donc au lecteur qu'il appartient de conclure et aux citoyens autant qu'aux décideurs politiques d'en tirer les conséquences dans la perspective du développement durable qui, en tout cas depuis la Conférence de Rio de 1992 sur le développement et l'environnement, est un objectif universellement reconnu de la communauté internationale.

P.S. Contrairement à notre option pour les volumes précédents, nous avons choisi de publier sans les traduire les contributions qui nous ont été soumises en anglais afin de n'avoir pas à les exposer aux aléas d'une traduction qui, pour certaines d'entre elles, eussent présenté des difficultés non négligeables. Toutes comportent néanmoins, comme précédemment, des résumés en français, en allemand et en anglais.

NOTES ET BIBLIOGRAPHIE

1. HUXLEY, Aldous, *Science, Liberty and Peace*, Harper and Brothers, New York, 1946, 2e éd. Chatto & Windus, London, 1950, p. 62, trad. française par Jules Castier, *La science, la paix, la liberté*, Editions du Rocher, Monaco, 1979, pp. 97-98.
2. PIAGET, Jean, «L'épistémologie des relations interdisciplinaires» in *L'interdisciplinarité. Problèmes d'enseignement et de recherche dans les universités*, Centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement (CERI), OCDE, Paris, 1972, pp. 131-144 et «L'épistémologie des relations interdisciplinaires» in *Uni Information*, Genève, janvier 1973, pp. 4-8.
3. Cf. RHODES, Richard, *The Making of the Atomic Bomb*, Touchstone, New York, 1988 (or. ed. 1986), p. 436 et JONES, Vincent C., *Manhattan: The Army and the Atomic Bomb*, Center of Military History, United States Army, Washington D. C., 1985, p. 272 et s. C'est cet auteur qui utilise l'expression de *«strict policy of compartmentalization»*, p. 410.
4. SMUTS, Jan Christiaan, *Holism and Evolution*, Macmillan, London, 1926, rééd. Greenwood Press, Westport, Connecticut, 1973.
5. Première version française par l'auteur, *La Biosphère*, Félix Alcan, Paris, 1929, 2e édition française préfacée par Paul Déléage, Diderot, Paris, 1997. Cf. notre recension ci-après dans la rubrique «Littérature».
6. Von BERTALANFFY, Ludwig, *General System Theory*, New York, 1968, trad. française de Jean-Benoît Chabrol parue sous le titre de *Théorie générale des systèmes*, Masson, Paris, 1973.
7. Cf. notamment de ROSNAY, Joël, *Le macroscope. Vers une vision globale*, Seuil, Paris, 1975.
8. Cf. notamment COMMONER, Barry, *Science and Survival*, Viking Press, New York, 1966, trad. française *Quelle terre laisserons-nous à nos enfants*, Seuil, Paris, 1969 et *The Closing Circle: Nature, Man and Technology*, Knopf, New York, 1971, trad. française *L'encerclement. Problème de survie en milieu terrestre*, Seuil, Paris, 1972.
9. Cf. ODUM, Eugene P., *Fundamentals of Ecology*, W. B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, 3rd edition 1971, chapitre 17 «Radiation Ecology», pp. 451-467, (les 1re et 2e éditions de cet ouvrage fondamental datent

respectivement de 1953 et de 1959); LEBRETON, Philippe, *Eco-logique. Initiation aux disciplines de l'environnement*, Interéditions, Paris, 1978, pp. 118-120 et passim, et RAMADE, François, *Les catastrophes écologiques*, McGraw-Hill, 1987, chapitre 7 «L'ultime catastrophe. La menace nucléaire», pp. 241-286.

10. CALDWELL, D.S.L., *From Watt to Clausius, The Rise of Thermodynamics in the Early Industrial Age*, Heinemann, London, 1971, pp. 83, 4 et passim.
11. LAGADEC, Patrick, *Le risque technologique majeur*, Pergamon, 1981, *La civilisation du risque*, Seuil, Paris, 1981 et *Etats d'urgence. Défaillances technologiques et déstabilisation sociale*, Seuil, Paris, 1988. Cf. aussi KERVERN, Georges-Yves et RUBISE, Patrick, *L'archipel du danger. Introduction aux cindyniques*, Economica, Paris, 1991.
12. Cf. SMYTH, Henry D., *Atomic Energy for Military Purposes. The Official Report on the Development of the Atomic Bomb under the Auspices of the United States Government, 1940-1945*, Princeton University Press, 1945, trad. française par Maurice Nahmias in *L'énergie atomique et son utilisation militaire*, Editions de la Revue d'optique théorique et instrumentale, Paris, 1946 (An I de l'Age atomique), p. 158 et s.; SEGRE, Emilio, *Enrico Fermi, Physicist*, The University of Chicago Press, Chicago and London, 1970, p. 128-129; JONES, Vincent C., *Manhattan: The Army and the Atomic Bomb*, Center of Military History, Washington D. C., 1985, chapitre IX «The Pile Process», pp. 184-223, ainsi que RHODES, Richard, op. cit., pp. 449, 451, 584 et passim.
13. HOLLOWAY, David, *Stalin and the Bomb*, Yale University Press, New Haven & London, 1994, p. 181.
14. WEART, Spencer, *Scientists in Power*, Harvard University Press, 1979, trad. française *La grande aventure des atomistes français*, Fayard, Paris, 1979, p. 342 et passim et GOLDSCHMIDT, Bertrand, *Pionniers de l'atome*, Stock, Paris, 1987, pp. 392, 408, 418 et passim.
15. PRINGLE, Peter, SPIGELMAN, James, *The Nuclear Barons,* Avon Books, NY., (1981), 1983, trad. française par Béatrice Vierne, *Les barons de l'atome,* Seuil, Paris, 1982. Signalons toutefois une exception paradoxale, celle de l'Allemagne nazie. Cf. Thomas POWERS, *Le mystère Heisenberg. L'Allemagne nazie et la bombe atomique*, Albin Michel, Paris, 1993 (éd. or. Thomas Powers, *Heisenberg's War. The Secret History of the German Bomb*, 1993).
16. ELLUL, Jacques, *La technique ou l'enjeu du siècle*, Armand Colin, Paris, 1954, *Le système technicien*, Calmann-Lévy, Paris, 1977.
17. PACEY, Arnold, *The Maze of Ingenuity, Ideas and Idealism in the Development of Technology*, The MIT Press, Cambridge, Mass. and London, 1976 (éd. or. 1974).
18. Cf. notamment RENS, Ivo et GRINEVALD, Jacques, «Jalons pour une historiographie de l'écologie politique» in *CADMOS,* Cahiers trimestriels de l'Institut Universitaire d'Etudes Européennes de Genève et du Centre Européen de la Culture, numéro intitulé «Ecologie et Politique», Genève, printemps 1979, pp. 18-26 et RENS, Ivo, «Introduction» in Association pour l'Appel de Genève/Geneva Appeal Association, *Livre jaune sur la société du plutonium/Yellow Book on the Plutonium Society,* Editions de la Baconnière, Genève, 1981, pp. 10 à 25.
19. Cf. ROQUEPLO, Philippe, *Entre savoir et décision, l'expertise scientifique,* INRA Editions, Paris, 1997.
20. LEPAGE, Corinne, *On ne peut rien faire Madame le ministre,* Albin Michel, Paris, 1998; cf. en particulier le chapitre 5: «Les neutrons au pouvoir», pp. 77-100.

Effets des radiations ionisantes sur la biosphère

Hubert GREPPIN

I. MATIÈRE TERRESTRE ET RADIOACTIVITÉ

La matière minérale et organique composant notre planète ($5{,}97 \cdot 10^{21}$ t) est constituée d'un mélange de plus d'une centaine d'éléments chimiques différents, dont une dizaine seulement, selon le compartiment considéré (atmosphère, hydrosphère, biosphère, lithosphère) couvre le 99 % des espèces atomiques présentes, le reste étant rare (H, He, C, N, O, Ne, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar, K, Ca, Ti, Fe, Ni. $^{A}{}_{Z}X$: nombre atomique Z entre 1 et 28 (protons, électrons); masse atomique entre 1,007 et 58,69 g; A (protons + neutrons); $6{,}02 \cdot 10^{23}$ atomes par mole)*.

Ainsi, en masse pondérale ou en nombre d'atomes, le 99 % de l'atmosphère ($5{,}5 \cdot 10^{15}$ t) est formé d'azote et d'oxygène; d'oxygène, d'hydrogène et de chlore pour l'hydrosphère ($1{,}32 \cdot 10^{18}$ t), et quant à la croûte terrestre, d'oxygène, de silicium, d'aluminium, de fer, de calcium, sodium et potassium. Par comparaison, le 99 % de l'univers a la composition suivante (10^{51} t): hydrogène, hélium, oxygène, carbone ($3 \cdot 10^{3}$ espèces nucléaires).

La biosphère ($2 \cdot 10^{12}$ t, poids sec) est à 99 % un mélange d'oxygène, de carbone, d'hydrogène et d'azote (rapport pondéral); en nombre d'atomes, l'hydrogène devient prépondérant. Globalement, notre planète est surtout composée d'oxygène, de fer et de silicium (17).

Chaque élément chimique (Z) existe, dans la nature, sous plusieurs formes isotopiques (A) dont la stabilité des noyaux dépend du nombre de neutrons et de protons, et de leur proportion. Un certain nombre d'entre eux sont instables et sont donc à l'origine de la radioactivité naturelle. Ce phénomène découvert en 1896 par Henry Becquerel fut confirmé par Marie Curie-Sklodovska, Ernest Rutheford, Frédérick Soddy. Depuis les travaux de Frédéric et Irène Joliot-Curie, en 1934, on a passé d'une trentaine de radioéléments à plus de 2500 radioisotopes artificiels. Ce n'est donc que récemment que la radioactivité de l'environnement a progressivement augmenté (doublement dans les pays développés) et s'est diversifiée en radionucléïdes. La connaissance de leurs effets, à long terme, sur la biosphère et les populations d'organismes (bactéries, champignons, plantes, animaux), est loin d'être achevée et comporte de nombreuses lacunes, la recherche s'étant surtout focalisée sur l'homme, mammifère particulièrement sensible à la radioactivité. Les mesures prises pour le protéger sont donc aussi favorables pour les autres organismes, dans une certaine mesure (la dynamique des écosystèmes n'étant pas prise en considération).

Les incertitudes actuelles qui découlent de cette approche ponctuelle et parcellaire ainsi que d'autres problèmes non totalement résolus (réchauffement de la planète; stockage des déchets; sécurité des réacteurs, etc) alimentent des controverses parfois vives ayant un fondement hybride (scientifique, subjectif, irrationnel) (2,3,5,7,18). La radioactivité ne pouvant être annihilée comme on peut le faire avec des produits chimiques toxiques et les effets à long terme, sur la biosphère, de doses chroniques non léthales et même modérées n'étant pas bien connus, le principe de précaution doit

être de rigueur (responsabilité vis-à-vis des générations futures, en vue d'un développement viable et durable). Si, pour notre entendement, un phénomène, un problème qui n'est pas perçu n'existe pas, il peut malgré tout avoir des effets... dans la réalité! La vie est un risque dont la survie et l'expansion doivent être guidées par une appréciation objective des incertitudes récurrentes.

Les radionucléïdes se désintègrent spontanément à un taux spécifique et constant (ex.: $^{238}_{52}U$, $\lambda = 4{,}92 \cdot 10^{-18}$ noyaux désintégrés par seconde), en perdant une partie de leur masse et émettant, selon les isotopes, des particules alpha ($^{4}_{2}H^{2+}$, hélions; ce phénomène ne survient que pour des nucléïdes lourds: $Z > 82$), β (électrons, positons) et/ou des photons (rayons X, γ). L'activité correspondant à une désintégration par seconde est le becquerel, Bq (1 curie = $3{,}7 \cdot 10^{10}$ Bq). L'activité d'un corps humain est de $8 \cdot 10^{3}$ Bq dont le 60 % est dû à $^{40}_{19}K$ et 40 % à $^{14}_{6}C$ + un résidu (écorce terrestre, $2 \cdot 10^{3}$ Bq/kg; eau de mer, 12 Bq/kg; engrais phosphaté $5 \cdot 10^{3}$ Bq/kg; pomme de terre, 150 Bq/kg; lait, 80 Bq/kg). L'uranium terrestre est à l'origine du radon ($^{222}_{86}Rn$), gaz radioactif qui s'accumule selon la ventilation dans les bâtiments et qui est responsable d'environs 50 % de la dose annuelle moyenne d'origine naturelle reçue par la population des pays développés (grand écart min.-max.). En Suisse, la valeur médiane de ce gaz dans les locaux habités est de 60 Bq/m^3 d'air. Quelques pour cent des maisons présentent un dépassement de la valeur limite fixée à 1000 Bq/m^3. Environ 10 % des cancers du poumon sont dus à ce gaz (1, 8, 9).

La radioactivité naturelle actuelle dans les océans et la planète correspond à environ $1{,}6 \cdot 10^{22}$ Bq ($^{40}_{19}K$, etc.). Les déchets rejetés par l'ex-Union soviétique et les USA produisent $6{,}4 \cdot 10^{19}$ Bq environ, soit 0,4 % de la valeur naturelle, la grande majorité hors du territoire américain. Cette valeur est relativement faible, mais localisée et concentrée sur de petites surfaces, d'où un potentiel d'impact non négligeable, particulièrement pour les composés de longue durée de vie. Enfin, il existe aussi une diffusion latente et sourde de radionucléïdes dans l'air et dans l'eau, d'origine anthropique. En ce qui concerne la catastrophe de Tchernobyl, la valeur actuelle de la radioactivité est d'environ $6 \cdot 10^{16}$ Bq (à l'origine: $2 \cdot 10^{18}$ Bq) (4, 15).

L'unité de dose absorbée par un matériau est le gray, Gy; il correspond à une énergie d'une joule/kg (1 rad = 10^{-2} Gy). La durée de vie du radioélément est très variable selon l'isotope considéré (de $2{,}4 \cdot 10^{-21}$ secondes à $1{,}7 \cdot 10^{17}$ans: période pour 50 % de désactivation).

Sur terre, l'abondance des composés radioactifs naturels est faible. A part le potassium ($^{40}_{19}K$; 0,1 pour mille du K total), nous ne trouvons, dans la série des éléments majoritaires sur terre, que des substances à l'état de trace. La plupart des 19 éléments répertoriés précédemment ont des radioisotopes qui sont désactivés après des temps courts, huit toutefois ont des longues périodes ($^{3}_{1}H$: 12,4 ans; $^{14}_{6}C$: 5730 ans; $^{22}_{11}Na$: 2605 ans; $^{26}_{13}Al$: $7{,}2 \cdot 10^{5}$ ans; $^{32}_{14}Si$: $1{,}3 \cdot 10^{6}$ ans; $^{36}_{17}Cl$: $3 \cdot 10^{5}$ ans; $^{40}_{19}K$: $1{,}28 \cdot 10^{9}$ ans; $^{41}_{20}Ca$: $1 \cdot 10^{5}$ ans) (16, 21).

Le thorium ($1{,}41 \cdot 10^{10}$ ans), l'uranium ($4{,}47 \cdot 10^{9}$ ans), le potassium et d'autres éléments radioactifs ont joué un rôle important, dans l'évolution de la terre, en produisant de la chaleur par désintégration. Ce processus alimente toujours la dynamique de la machine thermique interne du globe (10^{13} W) qui, avec l'érosion terrestre (cycle de l'eau contrôlé par l'énergie solaire: 10^{16} W), contribuent à la construction-destruction des montagnes, assurant ainsi la fermeture des cycles biogéochimiques de la matière minérale et organique, indispensable à l'existence du vivant (durée du cycle: 10^{8} ans).

Le champ magnétique créé par la terre nous protège à 99,9 % contre les radiations ionisantes issues du sol et du rayonnement provenant de l'espace. Enfin des mécanismes biochimiques cellulaires sont capables, dans certaines limites, de réparer les dommages du support génétique (acides nucléiques) suite à l'irradiation. La grande majorité des mutations

induites ne seront pas exprimées, seule une faible proportion du message génétique codant pour des protéines ($n \cdot 10^4$ protéines différentes chez les plantes pour un génome variant, selon les espèces, entre $1{,}3 \cdot 10^8$ et $1{,}2 \cdot 10^{11}$ paires de base; humain, $3 \cdot 10^9$ p.b). Le rôle éventuel de l'ADN non codant et des mutations silencieuses (générations futures) n'est pas connu. Seuls les effets létaux ou tératogènes, les phénotypes modifiés sont observés. Les caractères non viables sont éliminés par la mort des individus, les autres peuvent être dilués à travers la génétique des populations, à long terme.

La radioactivité naturelle moyenne de l'environnement et des êtres vivants est donc très faible (à l'exception de quelques zones très localisées, pour des raisons géologiques: Colorado, Brésil) et compatible avec la capacité fonctionnelle et reproductive du vivant ainsi que celle des écosystèmes. Cette valeur a été beaucoup plus élevée dans le passé, à l'origine de la terre ($4{,}6 \cdot 10^9$ ans) et de la vie ($3{,}8 \cdot 10^9$ ans). Les mutations, les brisures de chromosomes ont, avec la recombinaison génétique, joué un rôle important dans l'évolution et la transformation du vivant, des bactéries à l'homme. Celui-ci n'existant que depuis 10^5 ans (homme de Cro-Magnon) et l'âge nucléaire qu'après la deuxième guerre mondiale.

Il existe deux processus naturels permanents de fabrication des radioisotopes; d'une part le produit du bombardement quotidien de la terre par le rayonnement cosmique et solaire (protons, neutrons, hélions) induisant des réactions nucléaires et chimiques dans l'atmosphère, l'hydrosphère et la biosphère ($^{3}_{1}H$, $1{,}3 \cdot 10^{18}$ Bq; $^{10}_{4}Be$, $1{,}6 \cdot 10^6$ ans; $^{14}_{6}C$, $1{,}2 \cdot 10^{19}$ Bq; $^{22}_{11}Na$; $^{26}_{13}Al$; $^{32}_{14}Si$; $^{36}_{17}Cl$; $^{41}_{20}Ca$; $^{81}_{36}Kr$, $2{,}1 \cdot 10^5$ ans; production de NO détruisant l'ozone); d'autre part les effets de la désintégration des isotopes radioactifs, à vie longue, présents dans le globe terrestre depuis sa formation ($^{232}_{90}Th$; $^{238}_{92}U$; $^{235}_{92}U$; $^{40}_{19}K$, etc.). C'est par ce biais, à travers le métabolisme cellulaire, les échanges gazeux (photosynthèse, respiration, fermentation), l'absorption d'eau, de minéraux et la prise de nourriture, que des radioisotopes font parties intrinsèques des macromolécules à la base du vivant (acides nucléiques, protéines, polysacharides, etc) et peuvent y exercer un effet à l'échelle nanométrique (irradiation interne). A cela s'ajoute, en quantité variable, les effets par voie externe et interne de la radioactivité artificielle induite par et pour l'activité humaine, économique, médicale, scientifique et militaire (est équivalente à environ le 40 % de la dose effective moyenne annuelle de l'environnement naturel): irradiation externe (grand écart min.-max.) (19).

II. EFFETS SUR LES ESPÈCES

La relation entre la dose absorbée (Gy) et la matière vivante absorbante varie selon la nature de la radiation et l'énergie qu'elle transporte. Un indice important est la quantité d'énergie perdue le long du chemin parcouru dans le vivant (LET). Pour pouvoir comparer, une normalisation, concernant l'espèce humaine ou assimilable, a été faite à travers la notion de dose équivalente (H), exprimée en sievert (Sv), lequel remplace le rem (0,01 Sv). Cet indice ramène à une même unité d'efficacité biologique (RBE) les différents types de radiations ionisantes; il est égal au produit de la dose absorbée (Gy) par un facteur Q, égal à 1 pour les rayons X, γ et les électrons, à 5 pour les neutrons thermiques, à 20 pour les neutrons rapides, les protons et les hélions (1 Gy = 20 Sv) (3, 19, 21).

Des difficultés nombreuses apparaissent tant dans la dosimétrie que la standardisation, selon les espèces considérées (bactéries, champignons, plantes, animaux), selon le tissu ou l'organe, si l'organisme est petit ou mobile, si le taux d'irradiation est bas (hormésis, 20), s'il s'agit de particules alpha ou β, si d'autres stress naturels ou induits par l'activité humaine interfèrent simultanément. Beaucoup reste à faire dans ce domaine.

La dose moyenne reçue par la moyenne des individus humains dans les pays industrialisés est de l'ordre de 4 à 5 mSv, la majeure partie d'origine naturelle. La recommandation du CIPR pour les travailleurs exposés est de 20 mSv/an, moyennés sur 5 ans (100 mSv en 5 ans). On considère qu'il n'y a pas de risque pour une exposition inférieure à 50 mSv (0,05 J/kg), mais la question de l'existence ou non d'un seuil d'action, et d'effets à long terme par la sommation de doses faibles font l'objet de nombreuses discussions.

Des doses de 2 à 5 Sv sont mortelles pour l'homme; l'effet sur la population en général de la radioactivité de l'environnement due à la civilisation ne doit pas dépasser 1 mSv/an, à l'exclusion toutefois du radon et des applications médicales. Une dose de 10 mSv entraîne pour l'équilibre génétique de la population un risque supplémentaire de produire 0,2 % en plus, de nouvelles mutations (9).

Les plantes vertes sont autotrophes (nutrition à partir de CO_2, H_2O, NO_3, (N_2), PO_4, SO_4, en présence de lumière solaire) et constituent le 95 % environ de la biomasse planétaire (bactéries photosynthétiques, algues, lichens, mousses, fougères, gymnospermes, angiospermes). Elles entretiennent par leur activité cellulaire la production d'oxygène photosynthétique ($6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{lux} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 + 672$ kcal), source pour la respiration des hétérotrophes (bactéries, champignons, animaux, hommes), ainsi que le lien trophique écologique (pyramide alimentaire: plantes, herbivores, carnivores I et II; détritivores pour les déchets). La quantité d'air qui passe annuellement à travers le métabolisme cellulaire de la biomasse est importante (recyclage du carbone atmosphérique en quelques dizaines d'années). Il en est de même de l'eau nécessaire au bon fonctionnement des végétaux terrestres. Il faut, selon les espèces, 300 à 1000 g. d'eau qui circule à travers la plante pour chaque gramme de matière organique produite (glucides, lipides, protides). Ne pouvant pas se déplacer en général et tirant leur nourriture minérale de l'air, de l'eau et du sol, elles subissent en permanence une irradiation naturelle d'origine externe et interne (tableau 1) qui aboutira à la présence permanente d'un certain nombre de radionucléïdes (tableau 2) dont certains deviendront constitutifs des cellules mêmes.

La réponse des différentes espèces (quelques centaines de mille pour les végétaux, plusieurs millions pour les animaux) aux radiations ionisantes est diverse et se manifeste à tous les niveaux d'organisation du vivant, de la macromolécule à l'écosystème, d'une part, selon le stade du développement et l'âge ou l'intensité de la dose, d'autre part (tableau 4). En deçà de la dose léthale, le critère utilisé pour estimer le dommage va déterminer l'importance de l'effet et le choix de l'espèce ou de la variété comme indicateur de l'état de santé de l'environnement, en présence d'une irradiation aiguë ou chronique de longue durée. En dehors des mammifères, beaucoup reste à faire dans ce domaine, le risque étant très différent selon l'espèce considérée.

Le site le plus sensible est le noyau (chromosomes), puis le réseau des membranes cellulaires. Une corrélation relativement étroite existe entre la dimension du génome, sa complexité et la radiosensibilité des espèces (tableau 3). Les plus anciennement apparues (les moins évoluées) pouvant être les plus radiorésistantes. Mais d'autres facteurs jouent un rôle aussi important: capacité biochimique de réparation des altérations des acides nucléiques ou d'élimination des radicaux libres et autres oxydants, réponse adaptative aux polluants présents simultanément à l'irradiation pouvant aggraver (synergie) ou antagoniser l'effet ionisant, capacité de réponse aux stress par la mise en jeu de mécanismes ad hoc, etc. Les radiations ionisantes sont des agents stressants au même titre que d'autres concernant des effets généraux: températures extrêmes, sécheresse, salinité, polluants. Si bien qu'il peut être parfois difficile d'attribuer la cause de l'effet observé vu le degré d'implication, lors d'irradiation faible ou modérée.

Chez les végétaux terrestres (13, 14, 19), ce sont les lichens, les mousses et quelques unicellulaires qui sont les plus radiorésistants. Les arbres sont beaucoup plus sensibles, par exemple le pin: mortalité après 10 Gy. Les espèces de gymnospermes les plus primitives sont les plus sensibles (léthalité entre 4,6 à 16 Gy); les groupes plus modernes sont plus résistants (monocotylédones, dicotylédones), en relation avec la dimension du génome (léthalité de 10 à 1250 Gy). Au-dessous de 10 % de la dose léthale, la population a une apparence normale. La dose qui réduit le taux de survivance d'une population de 10 % (LD_{10}) correspond à celle qui diminue le rendement productif de 50 % (YD_{50}). La sensibilité dépend de l'âge de l'individu, du stade de développement, de l'appartenance phylogénétique, de la taille du chromosome. La réponse sera non linéaire en présence de contaminants divers (Pb, Cd, etc.) ou lors d'un stress. Le retour à la normale dans la population, après une irradiation au-dessus de LD_{10} jusqu'à LD_{50} prend 50 à plus de 200 ans (19).

III. EFFETS SUR LA BIOSPHÈRE

La biosphère, composée de plusieurs millions d'espèces est organisée en écosystèmes terrestres, aquatiques et marins ayant leur propre dynamique face aux contraintes de l'environnement et leur évolution. La vie, dans son ensemble, est articulée et animée selon deux logiques fonctionnelles d'origine biologique, celle de l'unité élémentaire qu'est la cellule (croissance, division, différenciation, développement, sénescence, apoptose, etc.) et celle qui circonscrit celle-là, la logique de l'écosystème général, assemblage de diverses biocénoses et sociétés conditionnées par l'environnement dans des biotopes donnés (climat, sol, eau; facteurs géologiques et historiques), et mettant en oeuvre un métabolisme biogéochimique de la matière minérale et organique, selon un réseau et un turnover spécifiques. De cette circulation de la matière et de l'énergie va émerger une structure écologique et une morphologie spécifiques traduisant l'adaptation de l'ensemble d'espèces différentes (potentiel génétique) aux contraintes de l'environnement, le désert étant le stade ultime de l'involution du système (10, 11,12).

Les propriétés des biocénoses ne résultent pas simplement de la somme des propriétés des populations différentes qui les composent (effet de système organisé par des interactions entre organismes, des rétro-actions, des servomécanismes et des feed-forwards; relation proie-prédateur, parasites, commensaux, etc.). Des espèces différentes, se reproduisant séparément, mais placées dans un réseau trophique hiérarchisé, vont tendre vers un équilibre dynamique transitoire, selon l'équilibre des contraintes de l'environnement: à savoir le climax. En raison de la circulation à sens unique de l'énergie dans la chaîne alimentaire, si une population d'une espèce de l'ensemble est modifiée, sous l'action de facteurs physiques, chimiques ou biologiques de l'environnement, au-delà d'un seuil, toute la biocénose change, s'équilibrant dans un nouveau climax (forêt, prairie, savane, toundra, etc. eutrophie, etc.).

Les effets des radiations, dans un contexte écologique ne sont étudiés que depuis 30 à 40 ans. La dosimétrie et la détermination des doses critiques sont difficiles (tableau 5). Les forêts sont plus sensibles que les prairies et celles-ci plus que la toundra. Il y a donc une certaine ressemblance entre la sensibilité globale de l'écosystème aux radiations et la complexité structurelle et fonctionnelle qu'il présente. Plus le stress radiatif est important et de longue durée, plus grande sera la régression climatique.

La structure du réseau alimentaire et les fonctions de l'écosystème (cycles biogéochimiques, C, H_2O, N, O, P, S, etc.; prédation) vont contrôler la circulation de la matière et des nutriments, de même les radionucléïdes (figure 1) naturels ou introduits par l'activité humaine (H-3, C-14, Na-22, Al-26, Si-32, Cl-36, K-40, Ca-41, Kr-85, Sr-90, I-131, Cs-137,

Po-210, Pu-238, 239, 240, etc.). De la circulation à sens unique de l'énergie (plantes, herbivores, carnivores), de la faiblesse du rendement thermodynamique au passage d'un niveau écologique à l'autre (perte d'environ 90 % de l'énergie en chaleur) et du fonctionnement actif des pompes cellulaires contre les gradients physico-chimiques de l'environnement, il va résulter une accumulation forte de radionucléïdes pouvant, selon les cas, atteindre un million de fois la valeur dans l'environnement, en fonction aussi de la position dans la chaîne alimentaire (herbes, vaches, lait, viande, hommes). Cette particularité biologique fait que des doses dangereuses peuvent être présentes dans les cellules, alors même que la radioactivité de l'environnement est faible ou modérée. Ce risque doit être apprécié par des mesures dans le réseau écologique, particulièrement près des zones de stockage des déchets, ou de relargage d'effluents liquides et gazeux.

Le stress hydrique, thermique, radiatif produit une baisse du recyclage de la matière ou une perte dans le bouclage du cycle, un changement dans la production primaire (biomasse), une réduction de la biodiversité voir des espèces dominantes, une rétrogression de la succession écologique (appauvrissement de la complexité énergétique et biologique), une diminution de la taille des organismes, une perte d'homéostasie une augmentation de l'incidence des maladies.

L'appauvrissement de l'écosystème se traduit aussi par le remplacement des espèces à stratégie démographique K (longue vie des individus, taux lent de reproduction) par des opportunistes à stratégie r (courte durée de vie, taux élevé de reproduction). Les mauvaises herbes sont typiques des habitats perturbés. Ce processus est très rapide et même si la mutation ne tue pas l'individu, elle peut perturber la population dans sa perpétuation. L'irradiation va avantager les plus résistants, selon leur place dans le réseau écosystémique. Les arbres radiosensibles seront remplacés par de l'herbe. Des avantages compétitifs nouveaux vont apparaître. Les changements concernant les espèces de plantes changeront les espèces hétérotrophiques qui en dépendent et induiront des effets dans le sol, l'ensemble étant en interaction permanente (relation proie- prédateur, détritivore). Des effets positifs et négatifs apparaîtront dans les populations, directs et indirects. La prévision est difficile dans de tels systèmes sensibles aux conditions initiales (chaos déterministe), ce qui doit inciter à la prudence, au vu de la grande sensibilité de certains partenaires de l'écosystème (arbres, champignons, poissons, mammifères, hommes).

La protection de la biosphère, dans sa dynamique normale d'évolution dans les conditions naturelles, demande que l'on détermine la quantité de radioactivité capable de modifier, de manière significative les propriétés générales des biocénoses et sociétés (biodiversité et espèces dominantes, biomasse; taux de reproduction, fécondité et mortalité des espèces, sex ratio, pyramide des âges, taux de mutation, capacité de recyclage, etc.). Ceci permettra d'établir des indicateurs et indices agrégés de l'état de santé de l'écosystème et de son potentiel évolutif (6).

L'activité humaine est circonscrite dans la biosphère que nous utilisons pour des besoins divers. Etant comme les mammifères très radiosensibles, et ceux-ci s'étant développés sur la planète, dès le crétacé, dans un environnement à faible radioactivité, nous avons intérêt à conserver un tel état; d'autant plus que les effets de doses chroniques de radiations ionisantes, à long terme, et même faibles ne sont pas connus.

Quant à la production d'énergie, par voie atomique, même si des procédés nouveaux, sans les risques et inconvénients majeurs actuels, étaient trouvés, elle sera toujours limitée et minoritaire, dans le futur par rapport aux énergies renouvelables; en particulier si l'on veut maintenir une homéostasie thermique planétaire entre 14° et 15° C. Le problème énergétique est plus celui de la température que des ressources. L'équilibre

thermique s'établit entre l'énergie de courtes longueurs d'ondes d'origine solaire qui atteint notre planète et celle, de grandes longueurs d'ondes essentiellement, qui est réémise par la terre dans l'espace. L'emploi des carburants fossiles crée un flux supplémentaire issu de la terre qui ne fait qu'augmenter la température moyenne du globe, y compris pour l'énergie nucléaire, sans effets de serre. Cette limite devrait nous inciter à développer d'autres technologies et à réfléchir sur les finalités pratiquées par nos sociétés, si l'on veut réellement aboutir à un développement viable et durable.

NOTE ET BIBLIOGRAPHIE

* La notation $^{A}_{Z}X$ permet de représenter la transmutation des atomes (changement de Z: nombre de protons égal au nombre d'électrons) ainsi que la nature isotopique (nombre A: total des protons + neutrons) et le degré de stabilité. La notion de mole correspond, dans les conditions normales de pression et de température, à $6{,}023 \cdot 10^{23}$ atomes ou molécules dans 22,4 litres de volume.

1. BELOT, Y., ROY, M., MÉTINIER, H., 1996, *Le tritium, de l'environnement à l'homme,* EDP sciences, Paris
2. DUVANEL, L., GOUJON, S.,1994, *Miroir écologique suisse 95,* Ed. Zoé, Carouge-Genève.
3. FRITZ-NIGGLI, H., 1995, «100 Years of Radiobiology: Implications for Biomedicine and Future Perspectives», *Experientia,* 51, pp. 652-664.
4. HODGES, L., 1977, *Environmental Pollution,* Holt, Rinehart, Winston, New-York.
5. LIBMANN, 1996, *Eléments de sûreté nucléaire,* EDP sciences, Paris.
6. McKENZIE, H., HYATT, D. E., McDONALD, V. J., 1992, *Ecological Indicators,* Chapman & Hall, London
7. NICOLET-MONNIER, M., 1996, «Integrated Regional Risk Assessment: the Situation in Switzerland», *Int. J. Environment and Pollution,* 6, n° 4-6, pp. 440-461.
8. OFSP, 1992, *Radioactivité de l'environnement en Suisse,1989-1990,* BAG, Bern.
9. OFSP, 1996, *Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse,* BAG, Bern.
10. RAMADE, F., 1987, *Les catastrophes écologiques,* McGraw-Hill, Paris.
11. RAMADE, F., 1978, *Eléments d'écologie appliquée,* McGraw-Hill, Paris.
12. RAMADE, F. 1984, *Eléments d'écologie fondamentale,* McGraw-Hill, Paris.
13. REICHELT, G., KOLLERT, R., 1985, *Waldschäden durch Radioaktivität?,* C. F. Müller, Karlsruhe.
14. REUTHER, M., BLANK, L. W., SCHULTE-HOSTEDE, S., 1985, *Gibt es Waldschäden durch Radioaktivität?* , G.S.F. München.
15. SAVCHENKO, V.K., 1995, *The Ecology of Chernobyl Catastrophe,* UNESCO, Paris.
16. SHAPIRO, J., 1990, *Radiation Protection,* Harvard Univ. P., Cambridge.
17. TAUBE, M., 1985, *Evolution of Matter and Energy,* Springer-Verlag, New-York.
18. TURLAY, R., 1997, *Les déchets nucléaires,* EDP sciences, Paris.
19. UNSCEAR, 1996, *Sources and Effects of Ionizing Radiation,* UNO, New-York.
20. VAN WYNGAARDEN, K. E. PAUWELS, E. K. J., 1995, «Hormesis: Are Low Doses of Ionizing Radiation Harmful or Beneficial?», *Europ. J. Nuclear Medicine,* 22, pp. 481-486.
21. WHO, 1983, *Selected Radionuclides,* UNEP, Paris.

Tableaux et figures

Tableau 1: irradiation naturelle externe et interne par l'environnement. Feuilles et aiguilles d'arbres (selon 19, modifié)

Source	Irradiation externe: µGy/h		
	α	β, γ	Total
Rayonnement: cosmique (niveau de la mer)	$4 \cdot 10^{-4}$	$3{,}2 \cdot 10^{-2}$	$3{,}2 \cdot 10^{-2}$
Gamma, terrestre	–	1 à $18 \cdot 10^{-2}$	1 à $18 \cdot 10^{-2}$
Source	radioactivité interne		
H-3	–	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$
C-14	–	$1{,}6 \cdot 10^{-3}$	$1{,}6 \cdot 10^{-3}$
K-40	–	1 à $6 \cdot 10^{-3}$	1 à $6 \cdot 10^{-3}$
U-238-Ra-226+ Th-232-Ra-224	$1 \cdot 10^{-4}$ à $1 \cdot 10^{-3}$	–	$1 \cdot 10^{-4}$ à $1 \cdot 10^{-3}$
Rn-222, air	–	7 à $35 \cdot 10^{-3}$	7 à $35 \cdot 10^{-3}$
Rn-222, eau	5 à $540 \cdot 10^{-3}$	–	5 à $540 \cdot 10^{-3}$
Pb-220-Po-210	$1{,}3$ à $2{,}5 \cdot 10^{-2}$	–	$1{,}3$ à $2{,}5 \cdot 10^{-2}$
Total	2 à $57 \cdot 10^{-2}$	5 à $26 \cdot 10^{-2}$	7 à $80 \cdot 10^{-2}$

Tableau 2: taux naturel de radioactivité de feuilles et d'aiguilles d'arbres (selon 19, modifié)

Radionucléide	Energie MeV		Radioactivité: nGy/h par Bq/kg		demi-vie (ans)
	α	β, γ	α	β, γ	
H-3	–	$5{,}7 \cdot 10^{-3}$	–	$3{,}3 \cdot 10^{-3}$	12,4
C-14	–	$4{,}8 \cdot 10^{-2}$	–	$2{,}8 \cdot 10^{-2}$	5730
K-40	–	$6{,}8 \cdot 10^{-2}$	–	$3{,}9 \cdot 10^{-2}$	$1{,}28 \cdot 10^{9}$
U-238	4,18	–	2,42	–	$4{,}47 \cdot 10^{9}$
U-234	4,76	–	2,76	–	$2{,}45 \cdot 10^{5}$
Th-230	4,67	–	2,71	–	$7{,}7 \cdot 10^{4}$
Ra-226	4,76	–	2,76	–	$1{,}6 \cdot 10^{3}$
Pb-210	–	0,12	–	$6{,}8 \cdot 10^{-2}$	22,3
Th-232	4,0	–	2,32	–	$1{,}41 \cdot 10^{10}$
Ra-228	–	0,22	–	0,13	5,75
Th-228	11,1	–	6,42	–	1,91

Tableau 3: niveau de sensibilité à une dose léthale, selon l'appartenance taxonomique (selon 19, modifié).

Virus	$2 \cdot 10^3$ à 10^4 Gy
Bactéries, Mousses	$8 \cdot 10^1$ à 10^4 Gy
Algues	$5 \cdot 10^1$ à 10^4 Gy
Insectes	$2 \cdot 10^1$ à $5 \cdot 10^3$ Gy
Reptiles	9 à $7 \cdot 10^1$ Gy
Poissons	8 à $7 \cdot 10^1$ Gy
Oiseaux	6 à $2 \cdot 10^1$ Gy
Mammifères	2 à $1 \cdot 10^1$ Gy
Plantes sup.	$7 \cdot 10^3$ Gy

Tableau 4: réponse des plantes herbacées en dessous de la dose léthale

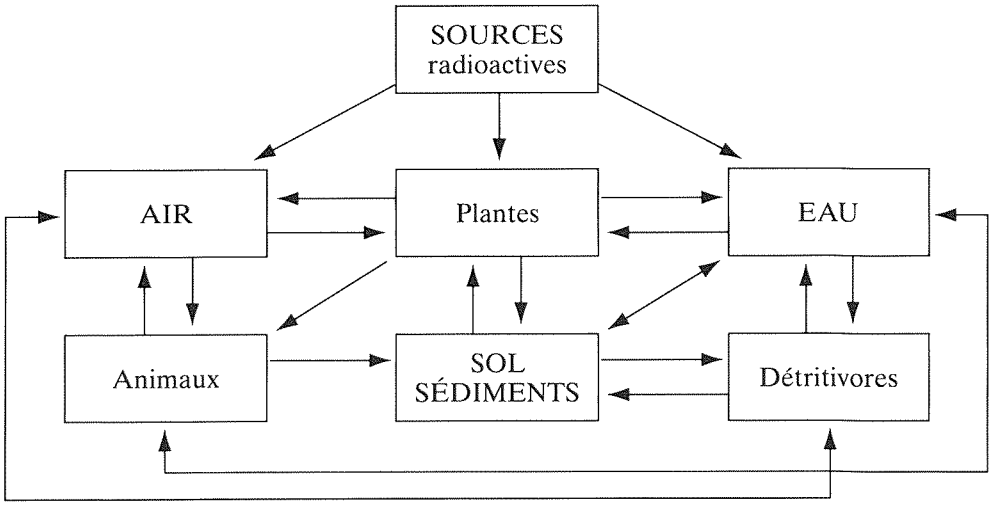
LD_{100}	100 % des plantes herbacées mortes
Dose 78 %	50 % de mortalité
Dose 60 %	inhibition de la floraison
Dose 35 %	10 % de mortalité baisse de 50 % du rendement végétal
Dose 25 %	baisse de 10 % du rendement végétal
Dose 10 %	aspect normal

Tableau 5: niveau d'effet d'irradiation à court terme (selon 19, modifié). Un effet équivalent est obtenu par un traitement de 1 à 4% des valeurs ci-dessus, de manière journalière et chronique.

Ecosystème	Taux d'irradiation produisant une effet (Gy)		
	faible	moyen	sèvère
Forêt de conifères	1 à 10	10 à 20	> 20
Forêt de feuillus	10 à 10^2	50 à $3{,}5 \cdot 10^2$	> 10^2
Forêt tropicale humide	40 à 10^2	10^2 à $4 \cdot 10^2$	> $4 \cdot 10^2$
Prairie	80 à 10^2	10^2 à 10^3	> 10^3
Mousses, lichens	10^2 à 10^3	$5 \cdot 10^2$ à $2 \cdot 10^3$	> $2 \cdot 10^3$

Exposition: 8 à 30 jours

Figure 1: radioactivité et réseau écologique simplifié



Evolution of the ICRP System of Protection

Hylton SMITH

I. INTRODUCTION

Discoveries during the last few years of the 19th century set the scene for momentous changes in atomic physics and medicine in the 20th century. X-rays were discovered by Wilhelm Conrad Röntgen in November 1895. This was quickly followed by the discovery of radioactivity by Antoine Henri Becquerel between February and May 1896 and the demonstration that uranium was the source of the radiation. A search for other substances exhibiting radioactivity led Pierre and Marie Curie to announce in December 1898 that thorium and its compounds were also radioactive; and they eventually isolated and characterised two radioactive substances from pitchblende ore, which they named polonium and radium. The use of x-rays for diagnosing fractures and detecting foreign objects in tissues, and of radium to treat deep seated tumours led to the establishment of the science of radiology within years of these discoveries.

II. A SKIN TOLERANCE DOSE FOR ACUTE EFFECTS

Within a few weeks of the discovery of x-rays, superficial adverse effects such as hair loss, skin erythema, burns, ulceration and dermatitis soon made radiologists aware of the need to avoid over-exposure. Similar undesirable effects were also reported shortly after the medical application of radium. Notwithstanding these observations, protection of staff exposed to x-rays and gamma rays was poorly co-ordinated throughout the technically advanced countries, although pioneering radiologists and physicists formed national protection committees during the first two decades of this century. *The protection recommended was essentially restricting working hours of personnel, ensuring adequate lead shielding from radiation sources, and taking the necessary precautions against electrocution from the high voltage generators.*

Some years later, the Röntgen Society reported that "*the harmful effects produced by low energy x-rays can be cumulative and do not generally appear until some weeks or months after the damage has been done*"[1]. One practical outcome of these observations was the recommendation that "the hands or any portion of the body of the operator should not be used to test the hardness or quality of the x-rays".

One of the main problems in early x-ray technology was variability of the output of the x ray tubes. The variability was compounded by the use of different types of high voltage generating systems. As a result, the distribution of energy in the x-ray spectrum could vary widely, not only with different tubes, but even with the same tube.

Physical techniques were developed to measure tube output which included the use of photographic plates, electroscopes and electrometers, and photochemical reactions. None of these techniques were of much value to the radiologist, but they were the forerunners of the physical dosemeters used extensively in the following decades.

The radiologists' approach was to observe the skin response in exposed patients. This was initially an unreliable indicator because radiologists differed in their definition of acceptable damage as varying from slight reddening of the skin on the day following the treatment, to scaling of the skin, and at the extreme, just short of blistering (moist desquamation). *Eventually, in the early 1920s a threshold erythema dose (TED) was universally agreed as "that quantity of radiation which when delivered at a single sitting will produce in 80 % of all cases tested, a faint reddening or bronzing of the skin, in from two to four weeks after irradiation, and in the remaining 20 % will produce no visible effect".*

It was from this concept of a threshold dose for patients that an exposure limit for workers, based on skin tolerance emerged, which approximated to 1/100th of the TED over a period of 30 days. This was considered to be the maximum dose which could be tolerated, more or less continuously, for a working life-time.

By 1921, a maximum tolerance dose for x-rays was defined in general terms as *"a sort of grand average of the protective measures which could be gleaned from the working conditions of a number of experienced radiologists who had escaped injury and still enjoyed normal health".*

The urgent need for establishing a uniform unit of x-ray intensity was recognised, and in 1925 at the First International Congress of Radiology, an advisory International X-ray Unit Committee (the forerunner of the International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU, formed in 1950) was set up. During the Second International Congress in 1928, and as a result of advice from this committee, *the röntgen (r) was adopted as the x ray unit of exposure, that is, a measure of the ionising ability of x-rays in air under specified conditions.* Attempts were made to correlate the TED with the unit of exposure. A questionnaire sent to practising radiologists yielded a rounded value of 600 r as equivalent to the TED, equating to a tolerance dose for x ray workers of about 6r per month at the surface of the body.

During the 1928 Congress, the protection recommendations of the national committees were debated. The International X-ray and Radium Committee (hereafter abbreviated to the Committee) was created to ensure uniformity in the application of radiation protection principles in the technically advanced countries. The early history of this Committee was summarised by L H Taylor[2]. The original membership was a group of five – one from England, Germany, Sweden and the United States respectively under an English chairman, with an honorary secretary located at the UK National Physics Laboratory. The recommendations stated that the dangers of over-exposure to x-rays and radium could be avoided by the provision of adequate shielding of equipment and suitable working conditions.They reflect an evolution of the previous recommendations, but supported by additional years of practical experience with the high vacuum, hot cathode Coolridge tubes and the increasingly higher voltages used that resulted in more penetrating radiations. Perhaps one of the most important steps was the introduction of specific tables of the lead thickness to shield against x-rays produced at given voltages and for gamma rays emitted from known quantities of radium.

Attention had been focussed on the more serious long term effects of exposure in about 1920 after a deluge of newspaper publicity regarding excessive deaths from aplastic anaemia amongst technicians and radiologists in military service during the 1914-1918 war, and radiochemists handling radium. Indeed, Marie Curie died in 1937 of aplastic anaemia which was directly related to her long exposure to radium. During this period, there was also increasing evidence of radiation-induced leukaemias amongst radiologists and their assistants.

In 1928, the Committee recognised these adverse effects when they recommended that "injuries to the superficial tissues and derange-

ments of internal organs and changes to the blood were to be guarded against". For radium workers, protection was required "from the effects of beta rays upon the hands, and gamma rays upon internal organs, vascular and reproductive systems". Here was the first recognition of potential damage to germline cells with consequent hereditary defects.

Further recommendations of the Committee, by now called the International X-ray and Radium Commission, were adopted at the Third International Congress in 1931. To ensure adequate medical surveillance, there was the need to regularly check on the health status of workers. Thus, x-ray workers, and particularly radium workers (a recognition of the more penetrating gamma rays), should be examined by medical practitioners at least twice a year, the examination to include blood counts as an index of bone marrow function. These examinations were to determine the "acceptance, refusal, limitation or termination of such occupation". Inherent in the recommendations was the need to avoid overexposure.

The International X-Ray Unit Committee could not bring itself to recommend that the röntgen be accepted as an appropriate unit for x-rays and gamma rays, but at the Fourth International Congress in 1934, the International X-ray and Radium Commission recommended that *a healthy worker could tolerate exposure to x- or gamma rays up to 0.2 r per 7-hour working day on the basis of continuous irradiation during the working day.* Implicit in these recommendations was that a worker continuously exposed at the recommended limit would suffer no ill-effects during a working lifetime.

Specified working conditions, as defined in 1928, remained the same. The recommendations that workers should be entitled to a minimum of four continuous weeks holiday each year embodied the concept that recovery of residual injury could be aided by avoiding exposure for a period of a few weeks.

At the Fifth International Congress in 1937, it was recommended that the operator should not be in the same room as the radiation source, being shielded by a protective wall in which the thickness of the lead shielding depended upon the voltage of the x ray tube. In addition to a regular medical examination, *the need to ensure that the tolerance dose was not exceeded was recognised by "measuring the amount of radiation the worker received with photographic films or small-capacity condensers carried on the person".* Here were the beginnings of personal dosimetry.

By 1937, the Commission was increased to 8 members with an even balance between radiologists and physicists and an honorary secretary located at the US National Bureau of Standards.

III. FROM TOLERANCE DOSE TO MAXIMUM PERMISSIBLE DOSE

Little further international progress was made in the 1940s, but national committees continued to advise on protection as new information became available on radiation quality and the influence of dose rate. The consequences were emerging from an epidemiological study involving hundreds of young women who had been exposed, some since the 1910s, to luminous paint containing radium-226 and mesothorium used for painting numerals on instrument dials. A high proportion of these workers, who ingested the radioactive material by licking their contaminated brushes in order to produce a fine tip for applying the paint, developed jaw-bone necrosis and bone cancers after a minimum latent period of several years. In 1941, the U.S. Advisory Committee on X-ray and Radium Protection recommended the adoption of a maximum body burden of 0.1 microcurie of radium for workers – (the Curie had been defined in 1910 as the activity emitted from 1 g of radium). For radon gas generators that were in widespread use for preparing radon seeds for radiotherapy, the U.S. National Bureau of Standards recommended an intake

limit of 10^{-11} curies per litre of air. The biological basis for this recommendation was that miners exposed to radon gas could develop lung cancer.

It was during World War II that plutonium was first produced for atomic bombs (the USA Manhattan Project) and many workers on the project at Los Alomos were potentially exposed to plutonium and gamma-emitting fissionable materials in the laboratories. The US Advisory Committee attempted to ensure that the internationally recommended working conditions previously defined were adhered to. Urgently conducted animal experiments showed that doses of about 1 r per day had no effect upon fertility, but doses of about 5 r per day impaired fertility. Hereditary effects of a minor nature were also observed at accumulated doses of about 100 r delivered at dose rates between 0.1 to 10 r per day. On the basis of these experiments and in view of the national emergency in wartime, the US authorities decided that about 1 r per day from penetrating radiations to workers was justified in order to carry out the programme of producing large quantities of radioactive materials, with the *proviso* that the exposure of large numbers of people to higher doses was not acceptable because of the possible adverse effects on the gonads.

At the time of the Sixth International Congress in 1950, the International Commission on Radiological Protection (hereafter abbreviated to ICRP or the Commission) superseded the International X-Ray and Radium Commission. In preparing its recommendations, the Commission considered the fundamental principles upon which appropriate radiation protection measures could be established, while leaving to national protection bodies the responsibility of formulating specific advice, codes of practice or regulations that were best suited to the needs of their individual countries. Rules governing the selection of members of the ICRP, the appointment of the Commission Chairman,Vice-Chairman and Scientific Secretary can be obtained from published recommendations at about this time.[3] The Commission consisted of an English radiologist as chairman and an English physicist as secretary. In addition there was 1 Swede, 4 Americans, 2 Germans, 1 Dane, 1 Canadian, 1 Frenchman and 1 Englishman, representing a balance between radiologists, physicists and biologists. Subsequent changes in the Commission membership have maintained this balance, with chairmen and secretaries fron various countries including England, Sweden, Canada and Argentina. In essence, the Commission is composed of a chairman and not less than six nor more than twelve other members, chosen on the basis of their recognised activity in the fields of medical radiology, health physics, and radiation biology, with regard to an appropriate balance of expertise rather than to nationality. The composition of the Commission is revised every four years and the Executive Committee of the International Society of Radiology is informed of any changes at the next meeting of the Congress. The Commission is supported by specialist committees, initially giving advice on permissible doses from external and internal radiations, and on the handling and disposal of radioactive isotopes.

The 1950 Commission reiterated the previously held view, now based on a firmer biological evidence, that radiation-induced cancers and leukaemias, cataract, impaired fertility and the possibility of radiation-induced hereditary diseases in the irradiated person's progeny needed to be taken into account when setting standards. *In view of the increasing complexity of radiation spectra to which workers in industry were likely to be exposed, as opposed to the more restricted spectra used in medical applications, it was considered prudent to reduce exposures to all radiations to the lowest possible level. This is the first formal acceptance of the concept of optimisation.*

The maximum permissible occupational dose following whole body exposure was restricted to 0.5 r per working week for x- and gamma rays of less than 3 MeV of quantum

energy at the surface of the body, corresponding to about 0.3 r per week in the blood-forming organs (a recognition of differing tissue radiosensitivity); and 0.03 r per working week for neutrons (a recognition of the more damaging effects of high linear energy transfer (LET) radiations). For beta rays and gamma rays affecting only superficial tissues (the basal layer of the epidermis), the recommended maximum permissible dose was 1.5 r per working week.

For incorporated radionuclides, values of maximum permissible concentrations of radioactive materials in the air or in drinking water were proposed, taking into account the metabolism and characteristics of the material containing the radioactive isotopes. Maximum permissible concentrations of radioactive isotopes of radium-226, plutonium-239, strontium isotopes, natural uranium, polonium-210, hydrogen-3, carbon-14, sodium-23, phosphorus-32, cobalt-60 and iodine-131 were given, based upon the intake by a "reference man" in which the weights of tissues and organs had been averaged so as to be applicable to all workers.

It had also been accepted that the röntgen was inappropriate as a measure of the tissue doses from external radiation. *In 1953, the ICRU recommended that limits of exposure should be based on consideration of the energy absorbed per unit mass of irradiated material at the point of interest. They introduced the rad (radiation absorbed dose) as a unit of absorbed dose in tissue.*

In 1954, the Commission introduced the rem (roentgen equivalent man) as a unit of absorbed dose weighted for relative biological effectiveness of the different types of radiation distributed in tissue (see note 6). The rem was defined as "the absorbed dose of any kind of radiation which may have the same biological effectiveness as 1 rad of x-irradiation with average specific ionisation of 100 ion pairs per micron of water (linear energy transfer), in terms of its air equivalent, in the same region". For practical purposes, a value of 10 for relative biological effectiveness (a term abandoned later and replaced by a quality factor) was used for neutrons and protons up to 10 MeV, based upon occurrence of cancer as the measurable endpoint. A value of 20 was used for heavy recoil nuclei, based upon evidence of cataract formation.

While no change was recommended in the maximum permissible dose for whole body irradiation, there was a need to reconsider the values for partial body irradiation involving the critical tissues and organs at risk. *The recommended weekly permissible doses for whole body exposure to any type of radiation were 0.6 rem in the basal layer of the epidermis in a significant area, and 0.3 rem for irradiation of a significant volume of the blood-forming organs, gonads, and lens of the eye. Less restrictive limits were proposed for radiation with very low penetration into tissues and where a limited portion of the extremities were exposed.*

With increasing availability of data on the metabolism and excretion of incorporated radionuclides, the Commission recommended values of maximum permissible body burden and maximum permissible concentrations in air and water for a large number of radioactive isotopes encountered in occupational exposure, in addition to those defined in 1950. The values recommended were based on knowledge of the chemical and physical characteristics of the materials. In choosing the maximum permissible body burden of a radionuclide, it was necessary to define the tissue or organ where the greatest damage from radiation could be expected. *The maximum permissible total body burden expressed in microcuries, or the maximum permissible concentration in air or water expressed in microcuries per cubic centimetre, were intended to indicate the amount of radioactive isotope accumulated in the most heavily irradiated (critical) tissue or organ of a worker, such that the tissue or organ would receive an average dose of not more than 0.3 rem per week.*

The Commission carried out an extensive revision of the recommendations dealing with

protection against x-rays at potentials of 5 kV up to 2 million volts and introduced numerical data regarding the permissible exposure levels for high energy x-rays and neutrons. In view of biological evidence of genetic damage at low doses, it was recommended that every effort should be made to ensure that the use of diagnostic x-rays should be kept to a minimum and that extraneous exposure of members of the public should be carefully monitored. For example, the wide use of x-rays associated with shoe-fitting machines should be restricted to strictly medical procedures under the supervision of qualified experts.

Amendments to the 1954 recommendations were made in 1956, reinforcing the concept of a controlled area for workers under the supervision of a radiation safety officer. For workers outside this controlled area, the maximum permissible levels of exposure should be one-tenth of the recommended occupational level.

The reality of occasionally exceeding the recommended weekly maximum permissible dose was recognised. To overcome this, a relaxation was introduced so that the time interval could be extended, provided that the total dose accumulated in a period of 13 consecutive weeks did not exceed ten times the recommended weekly dose. Special care was needed to ensure that pregnant women were not inadvertently exposed to a dose which exceeded the maximum permissible weekly dose.

Several significant developments occurred in the 1950s which influenced the Commission's attitude to protection. These included a rapidly expanding civil nuclear power prgramme where many more people outside medical radiology would be exposed to low doses of radiation; another was the establishment of the Atomic Bomb Casualty Commission (later to become the Radiation Effects Research Foundation) in Japan to make a long-term epidemiological study of the effects of atomic bomb radiations on the surviving populations of Hiroshima and Nagasaki. This was referred to as the Life Span Study. (These studies are expected to continue for many years yet to come since substantial numbers of the populations are still alive). And another was the establishment of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) to provide a means of correlating and updating information on genetic and somatic effects, on natural radiation levels, the levels of environmental contamination from man-made sources of radiation, and on levels of exposures during medical procedures and occupational exposures.

Reviews were carried out by the British Medical Research Council (MRC) and by the Biological Effects of Ionizing Radiations (BEIR) Committee of the USA National Academy of Sciences (NAS) on the available radiobiological evidence of genetic effects. These studies were a response to thermonuclear weapons testing programmes undertaken by various countries and the need to consider the consequences on the world population from atmospheric radioactive fallout. The conclusions of the reviews were that the principal hazard at low doses was an increase in the natural incidence of hereditary diseases; that repair did not occur in germline cells (later disproved); and that genetic radiation effects at low doses could be adequately expressed by a dose-response relationship which was linear down to zero dose.

The Commission concluded from these various reviews that the dose accumulated over a long period was the deciding factor in inducing hereditary effects, provided the intermittent doses were sufficiently small. A weekly dose rate of 0.3 rem translated into a cumulative whole body dose of 750 rems in a working lifetime of 50 years. *In considering that this was too high a cumulative dose on the basis of hereditary effects, it was recommended that no individual worker should receive more than a cumulative dose to the gonads of 50 rems up to the age of 30 years and not more than an additional dose of 50 rems up to the age of 40 years. At these ages, it was assumed that over half and over nine-tenths respectively of*

the irradiated persons' children would have been born.

Taking these combined reviews into consideration, the Commission recommended in 1958 that maximum limits of occupational exposure should be set in terms of dose accumulation at various ages according to an age-related formula, ($D = 5(N - 18)$, where D is the whole body dose in rems and N is the age in years above 18 years.

For a whole population, it was recommended that the genetic dose could be assessed as the annual genetically significant dose multiplied by the mean age of child-bearing, which for the purpose of these recommendations, was taken to be 30 years; thus, the genetic dose to the population should be kept to the minimum consistent with necessity and should certainly not exceed a total of 5 rems, additional to natural background radiation and the lowest practicable contribution from medical exposure.

IV. FROM MAXIMUM PERMISSIBLE DOSE TO ACCEPTABLE RISK

The Commission now considered that the genetic risks of occupational exposure under normal working conditions (hereafter referred to as practices), although small compared to other hazards of life, were nevertheless not negligible. Implicit in the application of permissible doses had been that unacceptable bodily injury would not occur from radiation during the lifetime of the individual, even though that person might be exposed at the annual limit for a working life-time. *However, it was stressed that the recommended doses were intended to be maximum and that all doses should be kept as low as practicable and that any unnecessary exposure should be avoided. The objective was to limit the radiation dose to that which involved a risk that was acceptable.*

In recognising the radiosensitivity of the fetus, the Commission reconsidered past advice by recommending that female workers in medical radiology and industry of reproductive age should be exposed only under conditions where the exposure of the abdomen was limited to 1.3 rems in a 13-week period. Under these circumstances, the dose to the embryo during the 8 weeks post-conception period of organ development would not be expected to be more than 1 rem. The Commission considered such a dose to be associated with an acceptable risk to the embryo. However, because of the biological evidence of early embryonic radiosensitivity, all radiological examinations involving the lower abdomen and pelvis of women of reproductive age that were not essential should be limited to the 10 days following the onset of menstruation, that is the period before ovulation when pregnancy was considered to be improbable (the "ten-day rule"). It was assumed that maldevelopment of the embryo could occur soon in early embryogenesis. This was subsequently considered to be over-cautious since maldevelopment does not begin to occur in the presence of teratogens until about 4 weeks after the last menstruation, and that it continues into the fetal period for the next 4 to 5 months. Nevertheless, the risk of the early embryonic cells becoming mutated and carrying a potential risk of cancer in the child could not be entirely ruled out (and this is still the current position).

With regard to incorporated radionuclides, one or more short exposures to radioactive materials within a period of 13 consecutive weeks was considered acceptable, provided the tissue or organ receiving the highest dose resulting from the intake during the following 50 years did not exceed 3 rems for the whole body, 8 rems for the skin, thyroid and the gonads and 4 rems for other organs, allocated to the year of intake. Here was the concept of the annual limit on intake.

The general principles regarding working conditions were updated with particular reference to managerial responsibility, controlled areas, personnel and installation monitoring, and categories of exposure. With regard to

health surveillance of radiation workers, pre-employment and routine medical examinations were recommended to continue, but the use of frequent blood counting as an index of exposure was considered of less priority than in previous recommendations.

The committee structure had by 1962 been reorganised to provide expert reviews on radiation effects, internal and external exposure, and application of the recommendations.

The biological principles underlying protection were re-stated in the 1965 recommendations, namely that acute effects of radiation should be avoided and the incidence of radiation-induced cancer and severe hereditary diseases in the offspring of irradiated parents should be limited to an acceptable level. Late somatic damage was classified with more confidence, supported by clinical, epidemiological (the Life Span Study), and experimental data. The dose-effect relationships for leukaemia and cancer at doses below 100 rads remained equivocal, but the Commission saw no practical alternative to assuming that for purposes of radiological protection, a linear relationship between dose and effect without a threshold existed at low doses. There was some experimental evidence of life-lengthening in animals exposed to low doses but the overwhelming experimental evidence pointed to life-shortening as a result of radiation-induced tumours.

The Commission debated the concept of acceptable dose which depended on what was considered to be an acceptable risk. While unhappy with the term "maximum permissible dose" for exposure of workers, they retained it, but recommended that limitation of exposures from controllable sources should be set at a sufficiently low level such that any further reduction in risk would not be considered to justify the effort required to accomplish it. As a guideline for occupational exposure, the hazards from radiation should not exceed those that were accepted in most other industrial and scientific occupations with a high standard of safety.

The Commission now believed that a period of 1 year was the most reasonable length of time over which to assess accumulated exposures. On this basis, the maximum permissible doses for individual workers were 5 rems in a year for uniform irradiation of the body, gonads or red bone marrow; 30 rems in a year for skin, thyroid and bone; 75 rems in a year for the hands, forearms, feet and ankles; and 15 rems in a year for all other organs. In special circumstances involving irradiation of the gonads and red bone marrow, quarterly assessments of dose could be justified, provided that the total dose accumulated at any age over 18 years did not exceed 5 (N -18) rems. Special cases to be considered were workers under 18 years of age, women of reproductive age and exposure of pregnant women.

For exposures of individual members of the public, it was proposed that the dose limit should be one-tenth of that the corresponding maximum permissible dose recommended for workers. This was an arbitrary decision without sound radiobiological data, but it was conjectured that children could be at greater risk than adults and that they would be exposed during the whole of their lifetime. For members of the public, the risks should be less than or equal to other risks regularly accepted in everyday life.

The mean dose to a *critical group* – that is, a small identifiable group where individuals are expected to receive the highest dose and who realistically represent the age, size, metabolism and customs of other individuals in the population – was considered to be applicable to recommending the appropriate dose limit for members of the public where actual doses are received. When considering whole populations, the number of persons exposed as well as the doses to individuals becomes important, so that the collective population burden was the parameter to consider at low doses.

For workers, it was convenient to define two conditions of exposure in practices,

namely conditions such that the resulting doses might exceed three-tenths of the maximum permissible dose, and conditions where this three-tenths level was most unlikely to be exceeded. Three-tenths of the dose was considered to be a reference level to be used in the organisation of protection. For those exceeding the three-tenths level, it was recommended that individual workers should be subject to special health supervision and personnel monitoring. Below this level, monitoring of the working environment was considered sufficient. It was recognised that in certain circumstances, radiation workers could be exposed beyond the maximum permissible doses recommended for practices, for example, in the case of malpractice or in emergencies such as the rescuing of accidentally exposed workers.

Exposure of the population from uncontrolled sources was considered a more complex problem, because social as well as the radiological consequences needed to be taken into account. Basic actions required an attempt to reduce radiations from the original source of exposure, with remedial actions where practicable to reduce environmental levels of contamination. The Commission felt unable at the time to recommend action levels, but considered that an acute exposure of individuals to a dose in excess of 100 rems would require mandatory action.

Numerous reports from the committees were issued between 1959 and 1977 relating to the scientific basis of protection in industry and medicine and the application of recommendations in specific circumstances[4]. They included reviews on protection against different energies of low and high linear energy transfer (LET) radiations; protection of the patient during diagnostic radiological examinations and after the administration of radiopharmaceuticals in nuclear medicine procedures; the radiosensitivity of tissues and organs to different qualities of radiation and the effect of spatial distribution; the evaluation of risk; the metabolism of alkaline earth elements and actinides; evaluation of doses and the derivation of permissible doses from numerous radionuclides; and general principles of monitoring for radiation protection of workers.

V. A SYSTEM OF DOSE LIMITATION FOR PRACTICES

The basic recommendations were next revised in 1977. They continued to reflect the evolution of ideas expressed in early recommendations, which were to limit the incidence of radiation-induced fatal cancers in exposed individuals, and severe hereditary diseases in the children and grandchildren of irradiated parents to a level accepted by society. These diseases were collectively called *stochastic effects* on the basis that they have a statistical dose-related probability of occurring at any level of dose.

The risks of stochastic effects were derived from reviews of epidemiological studies UNSCEAR, and the, BEIR committee.[5] The epidemiological data was by now considered sufficiently reliable to provide named tissue and organ risk values for the gonads, breast, red bone marrow, lung, thyroid and bone surfaces. It was assumed that each tissue or organ contributed a fraction of the total risk that could be represented by tissue weighting factors. The total risk was estimated to be $1.65 \cdot 10^{-4}$ per rem, (or $1.65 \cdot 10^{-2}$ Sv^{-1} in the SI system of units).

Other harmful effects associated with higher doses should be avoided. These diseases were called *non-stochastic effects*, the severity and frequency of which increase with dose and for which there is a variable threshold dose for different tissues, below which they did not occur.

The Commission considered that limiting stochastic effects to an acceptable level could be achieved by *adopting a system of dose limitation*, the main features of which were that

all practices needed to be justified; that all exposures should be optimised, the doses being as low as reasonably achievable; and that a dose limit should be applied to individuals on the basis that the risk should be equal whether the whole body was irradiated uniformly, or whether there was non-uniform tissue or organ irradiation. An annual dose limit (called the effective dose equivalent[6] was proposed, and defined as the dose equivalent for each tissue or organ weighted for the tissue radiosensitivity.

For a radiation worker, the recommended limit on annual effective dose equivalent for uniform irradiation was 5 rem (50 millisievert). For individual members of the public, a limit of 0.5 rem (5 millisievert), as applied to critical groups, was considered to provide an adequate degree of safety, in that the application of this limit was likely to result in an average dose to individuals of less than 0.05 rem (0.5 millisievert).

The committee structure changed after 1977. Committee 1 was made responsible for reviewing radiation effects; Committee 2 for secondary limits applicable to both external and internal irradiation; Committee 3 for dealing with the special problem of protection in medicine; and Committee 4 for advising on the application of the Commission's recommendations.

VI. A SYSTEM OF PROTECTION FOR PRACTICES AND FOR INTERVENTION

Since the 1977 recommendations which were primarily intended to protect the worker and members of the public from exposures due to practices, the Commission has extended its recommendations to cover other exposure situations. These include how to deal with ubiquitous *radon*, for which action levels to reduce radon in dwellings and at work have been recommended without the use of dose limits; *criteria for solid waste disposal*, where exposures are not certain to occur and events are probabilistic, that is *potential exposure*; and *principles for protection in emergencies*, that is, *intervention*, where again dose limits do not apply.

The Commission has periodically reviewed the biological basis of its recommendations and its method of defining the human health detriment associated with exposure to radiation. Several statements issued between 1978 and 1989 reflect new information on health detriment. By the late 1980s, the Commission was convinced, primarily from the ongoing epidemiological (Radiation Effects Research Foundation) study of the Japanese survivors of the atomic bombings, that the risks of radiation-induced cancer were greater by a factor of 3 or 4 than those assumed in 1977. Thus it was therefore necessary to consider the appropriateness of the dose limits.

The Commission now recommends the use of a multi-attribute approach to quantifying health detriment at low doses. It considers a combination of the incidence of the fatal and non-fatal cancers and severe hereditary effects, each weighted for severity relative to fatal cancer; combined with a knowledge of the age when the cancers are expected to occur during the life of the irradiated person. This aggregated detriment is thought to be more appropriate than using fatal cancer incidence and severe hereditary effects as the sole basis for estimating the detriment.

The overall weighted severity values assigned to the non-fatal cancers and severe hereditary diseases each amount to about one-fifth of the detriment associated with fatal cancer. In summary, the aggregated detriment following exposure to low doses of radiation amounts to $7.3 \cdot 10^{-2}$ Sv^{-1} for a nominal population of both sexes and all ages. It is slightly less ($5.6 \cdot 10^{-2}$ Sv^{-1}) for an exposed working population whose ages range from 18-64 years. The temporal pattern of cancer risk is such that the period of maximum risk occurs in the seventh and eighth decades of life for

persons continuously exposed for the whole of their lives.

The basic requirements of the Commission for practices in its recommended *system of protection* are;

a) *practices involving exposure to radiation should produce sufficient benefit to the exposed individuals or to society to offset the radiation detriment it causes (justification of a practice);*

b) *that for any source, doses to be received or the likelihood of being exposed should be as low as reasonably achievable and constrained by restrictions on the doses to individuals (dose constraints), or the risks to individuals (risk constraints) from potential exposures (optimisation of protection);*

c) *individual exposure from all controllable sources are subject to dose limits or risk limits from potential exposures (individual dose or risk limits).*

It is important that these basic principles should be treated as a coherent system. The most important part of the recommendations is the requirement to optimise the protection arrangements to maximise the benefit. This requirement calls for a judgement of the point at which any further improvements can only be obtained by an unreasonable use of resources.

The recommendations introduce the concept of a *constraint* to indicate a restriction to be applied to doses resulting from a single source of exposure as part of the procedure of optimisation – it is an individual-related criterion. It is set on the basis of general knowledge about the performance of the source or by generic optimisation. The concept has been widely used in the control of public exposures, where it has been called a source upper bound, but it has not often been applied in the regulation of occupational exposures. *A constraint differs from a dose limit, which relates to the total dose an individual receives from all the relevant sources. It is seen as a regulatory requirement, rather than as a design target or an investigation level.*

Although it is now rare for dose limits to be the limiting restriction, they are still needed to ensure control of the total exposure from a combination of practices, to restrict the choice of dose constraints and to provide protection against errors of judgment in the application of optimisation.

In selecting the limit on effective dose, [6] *the Commission has sought a value that would be only just short of unacceptable (that is, just tolerable) in terms of aggregated detriment for continued exposure as the result of normal operations.* This does not imply that higher doses from other sources, such as radon in dwellings, should be regarded as unacceptable. The existence of these sources may be undesirable but is not a matter of choice. The doses from these sources can be controlled only by intervention, which in itself will also have undesirable features.

The effective dose limit recommended for an individual worker is 20 mSv per year averaged over defined periods of 5 years, such that a limit of 50 mSv is not exceeded in a single year. For a member of the public the limit is 1 mSv in a year. These limits do not apply to situations involving intervention, or to medical exposures which are intended to be of direct benefit to the exposed individual. However, the principles of justification and optimisation do apply in these situations.

For internal exposure, annual limits on intake for workers are based on a committed effective dose of 20 mSv. This is the time integral of the committed tissue equivalent doses resulting from the continual decay of radionuclides retained in tissues, and weighted with the appropriate tissue weighting factor, where the integrated time following the intake is 50 years.

The basis for the control of the occupational exposure of women who are not pregnant is the same as that for men and the Commission recommends no special occupational dose limit for women. Once pregnancy has

been declared, however, the conceptus should be protected by applying a supplementary equivalent dose limit to the surface of the woman's abdomen of 2 mSv for the remainder of the pregnancy and by limiting intakes of radionuclides to about 1/20th of the annual limit on intake. This is to ensure that maldevelopment of the fetus does not occur, particularly in relation to significant loss of neuronal function affecting intelligence.

The recommendations define a system of protection in intervention in which the proposed intervention should do more good than harm and the benefit of the reduction in radiation detriment should be maximised. Dose limits do not apply in the case of intervention.

VII. CONCLUDING REMARKS

In conclusion, the conceptual bases of radiation protection are still evolving. The Commission reviews the newly published data against the background of the much larger accumulation of existing data. It seems unlikely that there will be any dramatic changes in terms of the biological and epidemiological studies in the next few years, but any significant change would necessitate swift action by the Commission in considering its system of protection.

Over the past few decades, there has been a significant change in emphasis in the presentation and application of protection measures recommended by the Commission. Initially and into the 1950s, there was a tendency to regard compliance with the limits on individual doses as being a measure of satisfactory achievement. The advice that all exposures should be kept as low as possible was noted, but not often applied consciously. Since then, much more emphasis has been put on the requirement to keep all exposures "as low as reasonably achievable, economic and social factors being taken into account". This emphasis has resulted in a substantial decrease in individual doses and has greatly reduced the number of situations in which the dose limits play a major role in the overall system of protection. It has also changed the purpose of the dose limits recommended by the Commission. Initially, their main aim was the avoidance of acute, non-malignant effects. Subsequently, they were intended to limit to an acceptable level the incidence of cancer and severe hereditary effects caused by radiation. Over the years, the limits have been expressed in a variety of ways, so that comparisons are not easy. In broad terms, however, the limits were reduced approximately tenfold between 1934 and 1990. The present recommendation is for an effective dose limit based upon a just tolerable detriment, but within the system of protection which includes a dose constraint as part of the process of optimisation.

NOTES

1. J. Röntgen Society, October 1915, pp 110-113.
2. *Health Physics* 1, 97-104, 1958.
3. e.g., ICRP Publication 1,1959.
4. A list of these publications in the *Annals of the ICRP* can be obtained from Elsevier Science plc, Oxford.
5. For details, the Secretariat respectively at the United Nations in Geneva, the National Academy of Sciences National Academy Press in Washington, DC, and the ICRP secretariat in Stockholm should be contacted.
6. In 1962, the Commission defined the dose equivalent as the absorbed dose in tissue weighted by a quality factor to take account of the energy of the radiation at a point. In 1978, the dose equivalent of the various tissues were further weighted by a tissue weighting factor to express the total body detriment. This quantity was called the effective dose equivalent. In 1990, it was considered more appropriate to apply a radiation weighting factor based upon energy from the radiation averaged over the tissue rather than at a point. To indicate this conceptual change, the weighted absorbed dose was

called the equivalent dose. Each named tissue or organ was further weighted by a tissue weighting factor derived from a knowledge of the updated epidemiology. The doubly weighted absorbed dose was called the effective dose.

PUBLICATIONS OF BASIC RECOMMENDATIONS AND AMENDMENTS BY THE COMMISSION SINCE 1959

ICRP Publication 1, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Pergamon Press, Oxford (1959).

Report on Decisions at the 1959 Meeting of the ICRP, *Br. J. Radiology,* 33,189-192, (1960)

The 1962 Explanatory Statements and Amendments to the 1958 Recommendations (ICRP Publication 1) and to the 1959 Addendum, Pergamon Press, Oxford (1964).

ICRP Publication 6, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Pergamon Press, Oxford (1964).

ICRP Publication 9, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Pergamon Press, Oxford (1966).

Report on amendments to ICRP Publication 9, Health Phys. 17, 389-390 (1969). Acta Radiol. 8, 258 (1969).

ICRP Publication 26, Recommendations of the ICRP, in *Annals of the ICRP 1* (3) (1977).

Statement from the 1978 Stockholm Meeting of the ICRP, in *Annals of the ICRP 2* (1) (1978).

Statement and Recommendations of the 1980 Brighton Meeting of the ICRP, in *Annals of the ICRP 4* (3/4) (1980).

Statement from the 1983 Washington Meeting of the ICRP, in *Annals of the ICRP 14* (1), I-vii (1984).

Statement from the 1984 Stockholm Meeting of the ICRP, in *Annals of the ICRP 14* (2), I-iii (1984).

Statement from the 1985 Paris Meeting of the ICRP, in *Annals of the ICRP 15* (3), I-ii (1985).

Statement from the 1987 Washington Meeting of the ICRP, in *Annals of the ICRP 17* (2/3), I-iii (1987).

Statement from the 1987 Como Meeting of the ICRP, in *Annals of the ICRP 17* (4), I-v (1987).

Statement from the 1989 Paris Meeting of the ICRP, in *Annals of the ICRP 20* (1) (1989).

ICRP Publication 60, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, in *Annals of the ICRP 21* (1/3) (1991).

RECENT ICRP PUBLICATIONS ON INTERVENTION AND POTENTIAL EXPOSURES

ICRP Publication 63, Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergenc, in *Annals of the ICRP 22* (4) (1991).

ICRP Publication 64, Protection from Potential Exposure: a Conceptual Framework, in *Annals of the ICRP 23* (1) (1993).

ICRP Publication 65, Protection against Radon-222 at Home and at Work, in *Annals of the ICRP 23* (2) (1993).

ICRP Publication 76, Protection from Potential Exposures: Application to Selected Radiation Sources, in *Annals of the ICRP 27* (2) (1997).

ICRP Publication 77, Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste, in *Annals of the ICRP 27* (suppl.) (1997).

RECENT ICRP PUBLICATIONS ON GUIDANCE IN THE USE OF THE BASIC RECOMMENDATIONS

ICRP Publication 73, Radiological Protection and Safety in Medicine, in *Annals of the ICRP 26* (2) (1996).

ICRP Publication 75, General Principles for the Radiation Protection of Workers, in *Annals of the ICRP 27* (1) (1997).

Comment sommes-nous «protégés» contre le rayonnement? Les normes internationales de radioprotection Le rôle de la Commission internationale de protection radiologique

Roger BELBÉOCH

Témoignage d'un radioprotectionniste de la CIPR

«Notre destin en temps que physiciens médicaux, une profession en progression constante, a été l'un des plus intéressants et des plus excitants, mais il n'a pas toujours été facile car il fut un temps où certains de mes collaborateurs furent rétrogradés ou perdirent leur travail parce qu'ils refusaient de céder aux pressions visant à abaisser nos critères de sécurité, parce qu'ils refusaient d'accepter des compromis conduisant à des conditions de travail insuffisamment sûres

[...] En ce temps-là, [1945], je n'avais à peu près aucune donnée sur le métabolisme de ces [20] radionucléides. Je devais faire confiance en grande partie à une série de publications [...] sur le métabolisme des produits de fission, le plutonium et les autres actinides chez les souris et les rats et dans quelques cas les données valables provenaient seulement de 3 ou 4 rats.»

«De 1950 à 1973 environ, je fus président des comités chargés des doses d'irradiation interne, à la fois à la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) et du Conseil National [américain] de Protection Radiologique (NCRP) et je dois ainsi assumer certains des blâmes pour les insuffisances de notre guide des doses internes.»

Ces textes sont de Karl Z. Morgan (Institut de Technologie de Géorgie, USA), extraits de l'article «Suggested Reduction of Permissible Exposure to Plutonium and Other Transuranic Elements» publié dans l'*American Industrial Hygiene Association Journal,* vol. 36, août 1975, pp. 567-575. Dans cet article K. Z. Morgan recommandait la réduction par un facteur 240 de la charge corporelle admissible du plutonium.

Karl Z. Morgan a été pendant de nombreuses années président du comité 2 de la CIPR et membre de la commission principale, puis membre emeritus de la commission. Il a fait une analyse critique de l'activité de la CIPR dans «ICRP Risk Estimates. An Alternative View», *Radiation and Health,* Ed. by R. Russell Jones (Friends of the Earth, UK) and R. Southwood (National Radiological Protection Board), 1987, John Wiley & sons Ltd.

AVANT-PROPOS

Il est assez étrange de se préoccuper aujourd'hui de l'histoire de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) et de la radioprotection alors que les dégâts de cette institution parmi les travailleurs de l'industrie nucléaire sont considérables mais difficiles à expliciter selon les critères habituellement requis par les scientifiques. Rôle pervers de la science qui permet d'escamoter, sous des critères scientifiques très honorés, des dysfonctionnements de la radioprotection officielle qui ont produit et justifié un grand nombre de morts.

Quand nous nous sommes personnellement inquiétés de ces problèmes des effets biologiques du rayonnement, nous étions

imprégnés de notre formation technocratique vis-à-vis du nombre: notre regard sur ces effets était polarisé sur le *nombre de cancers* jusqu'au jour où nous avons voulu remplacer le terme abstrait de nombre de cancers par celui beaucoup plus concret et redoutable de: *combien de cancéreux* ? Il nous est alors apparu particulièrement obscène d'évaluer d'une façon numérique ces effets cancérigènes. C'est pourtant ce qu'a tenté de faire la CIPR depuis sa création en oubliant ce que signifiait pour un individu d'être un cancéreux.

Essayer de retracer la démarche des experts de la CIPR n'est-ce pas adopter leur rationalité? En quoi se résume cette rationalité? Evaluer le nombre de cancéreux, de retardés mentaux, l'accroissement du fardeau génétique pour nos descendants, etc. que penser d'une société qui génère de tels experts pour une telle évaluation indécente ? La vie réduite à des valeurs numériques, une marchandise dont il faut évaluer le prix au plus juste.

Mais contester cette horreur sociale nous oblige à entrer dans sa logique, à examiner et à critiquer les évaluations économiques, à mettre en évidence les erreurs, les oublis, les contradictions. N'est-ce pas renforcer la démarche des maquignons que de vouloir améliorer leur rationalité? On peut se demander si la critique de ces règles de radioprotection ne revient pas tout naturellement à justifier la radioprotection c'est à dire à admettre certains dégâts sanitaires particulièrement douloureux, en espérant diminuer ceux que les officiels admettent mais sans pour autant les rendre inacceptables. Ne rien dire c'est laisser faire, critiquer c'est entrer dans le jeu. Il n'y a guère d'espace pour l'humanisme.

La radioprotection ne vise pas à protéger tout individu d'une mort prématurée par le rayonnement ou à éviter de graves problèmes de santé à ses descendants mais à établir une réglementation «acceptable» pour ces morts prématurés et pour les handicapés futurs. On voit là la limite de validité et de la pertinence de l'analyse critique qui va suivre.

I. INTRODUCTION

L'industrie nucléaire, en ce qui concerne la protection du personnel et de la population, est, en principe, régie par des normes. Normes de sécurité apparemment précises, commissions internationales d'experts, contrôles sanitaires, mesure de la radioactivité dans et hors des centres nucléaires, règles administratives, études épidémiologiques, débats d'experts, etc. à première vue tout cela est bien rassurant et les promoteurs du nucléaire insistent beaucoup sur cet aspect: l'industrie nucléaire se déclare être la plus sûre et la plus propre de toutes les industries.

Bien sûr on ne va pas pousser la curiosité au point de chercher à savoir si la réglementation est bien appliquée dans les mines d'uranium du Niger qui alimentent nos réacteurs, ou au Pakistan, en Inde etc. Normalement, une telle activité en ce qui concerne la protection du personnel et de la population devrait susciter de la méfiance car, en toute logique, elle est la preuve que cette industrie est la plus dangereuse et la plus sale des industries à moins d'imaginer que, technocrates et industriels, soudain pris d'un remords tardif vis-à-vis du développement industriel du siècle dernier, désirent une industrie propre et que leur seul souci est la protection des individus. Ceci est difficile à imaginer.

Il existe une commission internationale d'experts, la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR). Cette Commission a été créée en 1928 sous le nom de Comité International de Protection contre les Rayons X et le Radium à la suite d'une décision du deuxième Congrès International de Radiologie qui s'est tenu à Stockholm. Le nom de Commission Internationale de Protection Radiologique a été adopté en 1950 ainsi que son mode de fonctionnement au cours du sixième Congrès International de Radiologie à Londres.

La mise en garde contre les effets biologiques du rayonnement que l'on peut trouver dans les interventions des divers Congrès de

Radiologie n'était pas suffisante pour que l'usage des appareils de Rayons X et du Radium soit fait avec quelques précautions. La nécessité de normes de radioprotection s'est vite fait sentir dès que l'usage des appareils de rayons X s'est multiplié et que les effets néfastes des rayonnements ionisants se sont manifestés chez les radiologistes. La première norme a eu pour but de limiter la «dose peau» reçue par les radiologistes afin d'éviter l'apparition de radiodermites. Sans normes et sans quelques précautions, on aurait assisté à une véritable hécatombe parmi le personnel de radiologie. Cependant, l'application des règles de radioprotection est toujours demeurée vague et les dangers du rayonnement ainsi que les problèmes de dosimétrie n'ont jamais tenu une grande place dans l'enseignement médical et les manuels de radiologie et sont totalement ignorés dans la formation des physiciens et des ingénieurs.

Avec la CIPR il ne s'agissait plus d'analyser les effets du rayonnement mais de recommander certaines pratiques fondées sur la radioprotection. La CIPR est désormais reconnue comme la référence en matière de radioprotection et les divers gouvernements finissent généralement par transcrire dans leur réglementation nationale les normes qu'elle a recommandées. Cependant, il n'est pas évident que certains pays dits «non démocratiques» respectent ces normes. Cela ne gêne aucunement les pays dits démocratiques qui leur fournissent les équipements nécessaires à leur nucléarisation.

La CIPR n'est pas le seul comité d'experts qui fasse référence au niveau international pour fixer des normes de radioprotection. Son activité est intimement liée à d'autres organismes internationaux tels que le Comité Scientifique des Nations Unies pour l'Etude des Effets des Radiations Atomiques (UNSCEAR) créé en 1955 par les Nations Unies, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). L'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) initialement créée par l'Organisation des Nations Unies pour promouvoir l'énergie nucléaire s'est introduite dans la radioprotection. Elle a entériné les recommandations successives de la CIPR sans grande originalité mais en aucun cas ne s'est inquiétée de leur réelle application dans les pays qu'elle était censée contrôler. Après la catastrophe de Tchernobyl elle s'est attribué un rôle dominant dans les évaluations des conséquences de Tchernobyl, sans vérifications scientifiques sérieuses des estimations fournies par les organismes officiels des pays contaminés.

Le Comité BEIR (Biological Effects of Ionizing Radiation) de l'Académie des sciences des USA procède régulièrement à des analyses critiques des études consacrées aux effets du rayonnement. Par exemple, un des derniers rapports concerne le radon. Les analyses du comité BEIR jouent un rôle important dans l'établissement des normes de radioprotection.

Les divers organismes internationaux sont intimement interconnectés par leurs membres qui appartiennent généralement à plusieurs comités: en tant qu'experts indépendants cooptés par leurs pairs à la CIPR et en tant que nommés par les gouvernements pour représenter les intérêts nationaux à l'UNSCEAR. L'OMS, chargée en principe des problèmes de santé et l'AIEA chargée en principe de la promotion de l'industrie nucléaire ont signé un accord pour coordonner leurs activités. La participation d'experts salariés de l'industrie nucléaire et du lobby médical, utilisateurs et producteurs de rayonnement, est largement assurée dans ces organismes [1].

Pendant longtemps les recommandations numériques de la CIPR restèrent formelles, faute de l'existence de radiamètres fiables et d'un usage facile permettant une dosimétrie individuelle nécessaire pour vérifier le respect des normes. Il s'agissait donc bien plus d'attirer l'attention des radiologistes sur les effets aigus apparaissant rapidement des fortes doses de rayonnement que de réglementer les doses de rayonnement elles-mêmes.

L'existence d'un seuil de dose en dessous duquel le rayonnement n'avait aucun effet était

le fondement essentiel de la radioprotection. Ce n'est qu'en 1990 (publication CIPR 60) que la CIPR abandonnera *explicitement* l'hypothèse du seuil.

Généralement, lorsqu'on présente l'évolution de la CIPR, ce sont les limites d'exposition au rayonnement qui sont énumérées au fil des années. Ce n'est peut-être pas le plus important car restent dans l'ombre de nombreux problèmes: qui est réellement protégé? quelles sont les procédures de radioprotection proposées par la CIPR? Comment les experts scientifiques justifient-ils les limites de dose qu'ils ont qualifiées successivement de «tolérables», «admissibles», «acceptables»? Et l'accident majeur, ce que les experts dénomment «urgence radiologique», comment proposent-ils de le gérer? Depuis quand l'accident apparaît-il dans leurs publications? Comment la CIPR jongle-t-elle avec les limites d'incorporation pour la protection contre les contaminations internes? Ce sont tous ces aspects de la radioprotection qu'il faut suivre dans les publications de la CIPR. Cela nous permet de préciser sur quelles bases les promoteurs, les réalisateurs, les gestionnaires de l'industrie, ont fonctionné. Cela permet aussi de mieux comprendre la floraison d'études socio-économiques (le coût monétaire de l'«homme-sievert»), sociologiques (l'acceptabilité du risque), psychologique (la radiophobie, le risque psychologique) que l'industrie nucléaire finance grassement dans la communauté scientifique.

II. LES RECOMMANDATIONS AVANT 1950

Avant la deuxième guerre mondiale, les recommandations de la CIPR concernaient les utilisateurs de générateurs de rayons X ou de radium. La première recommandation apparaît en 1934 sous la forme d'une dose *tolérable* de 1 Röntgen par semaine de travail (pour la CIPR, l'année comporte 50 semaines de travail). Il faut noter que le mot *tolérable* doit être interprété comme pouvant être subi sans atteinte à la santé. La norme se présente sous la forme d'un débit de dose bien plus que d'une dose annuelle. Le postulat qui est à la base de cette recommandation est qu'il existe un seuil de débit de dose en dessous duquel il n'y a pas d'effet biologique du rayonnement. Sous-jacent à ce postulat, il y a l'idée que si le débit de dose n'est pas trop fort, la restauration des cellules abimées par le rayonnement peut s'effectuer et effacer complètement les dommages causés antérieurement aux cellules. Il faudra bien des années pour que ces idées disparaissent chez les experts officiels de la radioprotection.

Il est difficile, si l'on veut analyser en détail les concepts utilisés en radioprotection à l'origine de cette discipline, de les séparer des mythes que les propriétés mystérieuses du rayonnement et de la radioactivité ont développés à la fois chez les scientifiques [2] [3], les romanciers [4], les charlatans [5] sous des formes très voisines. On retrouvera tout au long des textes de la CIPR des allusions à d'éventuels effets bénéfiques tout en mentionnant l'absence de preuves scientifiques décisives de l'existence de ces effets.

III. LES NORMES DE RADIOPROTECTION EN 1950

Les normes de 1934 seront celles qui serviront de base à la radioprotection pendant le projet Manhattan d'étude puis de fabrication des bombes atomiques durant la deuxième guerre mondiale. Ce n'est qu'en juillet 1950 (au sixième Congrès International de Radiologie à Londres) que la CIPR, nouvellement dénommée, révisera les normes de radioprotection [6].

L'approche de la radioprotection s'est profondément modifiée depuis 1934.

1. La Commission, dans l'introduction de sa publication, constate que les développements et les applications de la physique

nucléaire se sont très fortement accrus, apportant un accroissement important des dangers potentiels et de leur portée.

2. Une meilleure connaissance en biologie concernant en particulier les effets cancérigènes et génétiques permet à la Commission de fournir des «niveaux admissibles» (*permissible* en anglais) de rayonnement. Le concept de *niveau biologiquement tolérable* disparaît.

3. Les effets biologiques à prendre en compte, d'après la Commission, sont les suivants:

- les lésions superficielles;
- les effets sur le corps, en particulier sur le sang et sur les cellules hématopoïétiques (anémies, leucémies);
- l'induction de tumeurs malignes;
- d'autres effets nocifs tels que la cataracte, l'obésité, la diminution de la fertilité, la réduction de la durée de vie;
- les effets génétiques.

Cette énumération des effets du rayonnement nuisibles à la santé montre que les experts ont, dès 1950 (et probablement quelques années auparavant), une vision assez complète des effets biologiques du rayonnement. On peut penser que cette vision était en partie le résultat des dégâts observés sur les travailleurs du projet Manhattan.

4. Certains effets du rayonnement sont irréversibles et cumulatifs. Ceci conduit la Commission à recommander que des efforts soient faits pour réduire toutes les irradiations au «niveau le plus bas possible». Réduire le plus possible les expositions au rayonnement aurait eu des conséquences économiques assez redoutables pour l'industrie nucléaire. Il est vrai que cette recommandation n'exigeant aucune contrainte réelle laissait son application à la bonne volonté des gestionnaires nucléaires. Plus tard la CIPR reprendra ce concept *au niveau le plus bas possible* sous la forme plus acceptable pour l'économie nucléaire d'«ALARA: As Low As Reasonably Achievable» (aussi bas qu'il est possible de le réaliser d'une façon raisonnable). Elle y ajoutera une procédure d'optimisation des niveaux d'irradiation fondée sur les coûts.

5. La Commission propose des maxima de doses «admissibles» qui impliquent selon elle un «risque faible comparé aux autres dangers de la vie». Cette conception n'a de sens que si l'on admet que ces doses maximales admissibles génèrent un risque qui n'est pas nul pour la santé des personnes exposées au rayonnement puisqu'il est justifié par la comparaison avec des risques concrets. Il faut remarquer que cette Commission d'experts scientifiques reste dans le flou, elle n'avance aucune estimation numérique concernant ce risque qu'elle recommande d'admettre, ni d'ailleurs d'estimation des risques de la vie quotidienne. Les experts restent dans le qualitatif, le subjectif. Pour être honnêtes scientifiquement ces experts auraient dû expliquer qu'ils n'avaient, pour recommander ces normes, quasiment pas de données quantitatives relatives aux divers risques que pourrait causer le rayonnement aux personnes à qui l'on demanderait de reconnaître que leurs irradiations sont «admissibles».

D'autre part, si l'on admet que les doses maximales comportent un risque (admissible) non nul pour la santé, cela exclut logiquement l'idée qu'il y aurait un seuil de dose en dessous duquel il n'y aurait aucun effet nuisible. Mais la Commission aura beaucoup de mal à se débarrasser de ce seuil si commode pour les gestionnaires de la radioprotection.

6. La Commission révise à la baisse les doses admissibles: «La dose maximale admissible reçue par la surface du corps doit être de 0,5 röntgen par semaine. Cette dose correspond à une dose de 0,3 r par semaine mesurée dans l'air».

Cette dose se réfère à l'action sur la peau afin d'éviter des lésions à court terme alors

que la liste des effets du rayonnement sur la santé donnée dans l'introduction comporte beaucoup de détriments autres que les lésions superficielles. La Commission se justifie cependant en estimant que cette dose de 0,5 röntgen sur la peau «devrait correspondre en gros [roughly] à 0,3 r pour les tissus critiques à savoir les organes hématopoïétiques».

Cette façon de formaliser la norme pose quelques problèmes. Le concept d'«organe critique» pourrait laisser supposer que d'autres organes ne seraient pas aussi critiques et qu'ils pourraient par conséquent recevoir des doses plus élevées. La définition de dose globale sur le corps n'étant guère précisée, s'agit-il d'une dose d'irradiation uniforme ou d'une moyenne sur l'ensemble du corps ? Comme il est admis que pour la peau le maximum admissible, même pour les ß et γ de haute énergie, est de 1,5 röntgen, cela autorise pour certaines régions du corps des doses supérieures à 0,3 r.

7. La Commission considère qu'elle n'a pas suffisamment d'informations pour fixer des limites à l'irradiation interne dus aux radioéléments incorporés. Cependant elle donne les valeurs des charges corporelles admissibles pour quelques radioéléments (Ra 226, Pu 239, Sr 89, Sr 90, Po 210, Na 24, P 32, Co 60, I 131) et les valeurs dérivées pour les concentrations maximales admissibles dans l'air pour certains d'entre eux. La Commission estime que la seule action nuisible pour la santé de l'uranium naturel est son activité chimique. Cela a été d'une grande utilité pour l'exploitation des mines d'uranium.

8. Des recommandations sont faites concernant les conditions de travail: vérification systématique des doses reçues par les opérateurs, examens du sang tous les 3 mois, examen médical général tous les ans. Des recommandations s'appliquent aux lieux de travail: ventilation, température, dimensions des pièces, hauteur sous plafond, et «toutes les pièces devraient de préférence être peintes en couleurs claires».

9. Beaucoup de place est consacrée à la manipulation et à l'utilisation du radium et du radon, mais on ne trouve cependant aucune allusion au travail dans les mines d'uranium. Les mineurs d'uranium échappent à la réglementation alors que l'exploitation des mines, après 1945, est une des préoccupations majeures des pays en voie de nucléarisation. Cela est particulièrement grave car les mineurs d'uranium ont été (et sont encore) les travailleurs de l'industrie nucléaire les plus exposés, du moins en dehors des catastrophes. Il faut mentionner que les filons d'uranium exploités en priorité à cette époque étaient des filons riches particulièrement dangereux.

10. Aucune recommandation ne concerne l'abandon de locaux contaminés ayant servi à des recherches ou à la production de radioéléments (essentiellement radium, radon et thorium). Ces dépôts sauvages sur lesquels, en bien des endroits, ont été construits des bâtiments publics (par exemple des écoles en France comme à Nogent-sur-Marne) posent maintenant des problèmes très compliqués de décontamination.

11. A propos des pratiques en radiothérapie la Commission ne s'intéresse qu'aux seuls opérateurs pour lesquels est exigée une certaine radioprotection. Rien n'est dit pour protéger les malades de doses intempestives non justifiées médicalement.

IV. LE 7e CONGRÈS INTERNATIONAL DE RADIOLOGIE, COPENHAGUE, JUILLET 1953 [7]

Différents organismes internationaux participèrent à ce congrès de radiologie, en particulier l'International Commission on Radiological Units (ICRU) et l'International Commission on Radiological Protection (ICRP ou CIPR en français).

Dans son allocution lors de la cérémonie d'ouverture de ce congrès, le physicien Niels

Bohr fit une remarque intéressante lorsqu'il analysa les études de physique atomique et celle des organismes vivants: «Bien qu'aucune ultime limite ne soit en vue pour la connaissance que nous pouvons atteindre graduellement à propos des processus physiques et chimiques responsables des fonctions organiques, nous devons en permanence être conscients que les conditions pour obtenir ces connaissances peuvent être incompatibles avec le maintien en vie de l'organisme [...]». Bien qu'il s'agisse ici de la nécessité en biologie et en médecine d'avoir une vision globale de l'organisme vivant [et pas seulement une analyse mécaniste des phénomènes] on peut se demander s'il n'y a pas, sous-jacente chez ce physicien, la crainte que ne se multiplient certaines pratiques où des êtres humains ont été sacrifiés pour obtenir des connaissances scientifiques [8].

Une intervention à ce congrès fait le point sur la radioprotection dans divers pays et le problème de l'introduction des normes de radioprotection dans les législations: «L'inclusion de détails techniques et de valeurs numériques dans les lois relatives au rayonnement est jugée impraticable par beaucoup d'experts».

La première raison avancée est la possibilité d'un changement très rapide des normes. Ainsi, «les niveaux d'irradiation qui sont admissibles aujourd'hui peuvent être changés demain». La pratique montre le peu de valeur de cet argument: le premier changement a pris 16 ans (1934-1950), le second 6 ans (1950-1956) et le dernier 34 ans (1956-1990).

La deuxième raison est que dans une loi il serait nécessaire de définir d'une façon détaillée de nombreux facteurs qui «en fait ne peuvent pas être rigoureusement définis». Implicitement cela revient à admettre que ces experts scientifiques ne peuvent élaborer des normes de radioprotection sur des bases rigoureusement scientifiques. Ce n'est qu'en 1990 (CIPR 60) que la Commission reconnaîtra explicitement son incapacité à fixer des limites de doses acceptables suivant des critères scientifiques ou médicaux. Il est donc plus commode de laisser un certain flou dans l'application de normes de radioprotection.

Enfin, leur application d'une façon rigide pourrait être trop contraignante pour la recherche et l'industrie dans les pays fortement industrialisés alors qu'elle serait possible dans des pays moins développés (la Nouvelle Zélande est prise en exemple).

On voit dans cette analyse la préoccupation des experts en radioprotection de ne pas brider l'activité nucléaire par des contraintes qui seraient introduites d'une façon obligatoire, légale, pour protéger les personnels.

C'est au cours de ce congrès que furent définies et adoptées les nouvelles unités de dose. Le rad est défini comme l'unité de dose absorbée correspondant à une absorption d'énergie de 100 ergs par gramme de matière (Recommandation de la Commission Internationale pour les Unités Radiologiques).

Pour introduire l'impact du rayonnement sur un organisme vivant la CIPR définit le rem en introduisant la notion d'*efficacité biologique relative*. La dose en rem s'obtient en multipliant la dose absorbée en rad par ce coefficient. Celui-ci vaut 1 pour les X, ß, γ. Pour ces rayonnements,

1 rem = 1 rad

Ensuite, la Commission ajoute «La dose en rads est numériquement égale [...] à la dose en röntgens».

Quand on examine numériquement à partir de leurs définitions scientifiques le rad et le röntgen on aboutit à la relation 1 röntgen = 0,83 rad ou 1 rad = 1,2 röntgen.

Ainsi, substituer brutalement dans les normes le rad (et le rem) au röntgen revient à adopter lors de cette réunion de la CIPR de 1953, tout en gardant les mêmes nombres pour ses recommandations, des doses admissibles majorées de 20 %.

1. Le rapport de la CIPR détaille les organes considérés comme critiques pour les effets potentiels retardés:
– Peau

- Organes hématopoïétiques
- Gonades, en ce qui concerne la diminution de la fertilité
- Yeux, en ce qui concerne la cataracte

Si l'on compare cette liste à celle publiée dans les recommandations de 1950, on voit que certains effets ont disparu:

- les effets généraux sur le corps (seuls les effets sur le sang sont retenus)
- les tumeurs malignes ne sont pas mentionnées
- seules la cataracte et la diminution de la fertilité sont retenues parmi les autres effets nocifs; la diminution de la durée de vie disparaît
- les effets génétiques disparaissent

La Commission introduit peu de changements dans les limites admissibles:

- 0,3 rem par semaine pour les organes critiques (les organes hématopoïétiques, les gonades, les yeux)
- 0,6 rem par semaine pour la peau

2. Dans le rapport de la sous-commission II, le souci de protéger la population apparaît dans une courte remarque: «dans le cas d'une exposition prolongée d'une population importante il est recommandé que les niveaux admissibles acceptés pour les expositions professionnelles soient divisés par 10». Cela ne concerne pas les contaminations de courte durée ni les populations de faible importance numérique. Cette réduction d'un facteur 10 qui sera plus tard formalisée dans les recommandations de la CIPR ne s'applique pas aux irradiations externes de la population. Il n'y a guère de développement pour justifier scientifiquement ce facteur 10.

Rappelons que la radioprotection s'applique à l'exposition aux radiations provenant de l'activité humaine. Aussi «l'exposition prolongée» d'une population importante ne peut provenir que d'un fonctionnement anormal d'une installation nucléaire et on n'est pas loin de la notion de catastrophe nucléaire.

3. Le rapport de la sous-commission VI mentionne qu'il est urgent de préparer le plus tôt possible un rapport sur la manipulation des radioisotopes, sur les «déchets radioactifs» (c'est la première fois qu'on voit mentionnée cette expression), sur le transport des matériaux radioactifs. Ces aspects de l'activité nucléaire sont «regardés comme de la plus haute importance».

4. Les recommandations de la CIPR seront publiées en 1954.

V. LES RECOMMANDATIONS DE LA CIPR EN 1956 [9]

Les statuts régissant le travail de la CIPR précisent: «La ligne de conduite adoptée par la CIPR pour l'élaboration de ses recommandations est d'établir les principes fondamentaux de la protection contre les rayonnements et de laisser aux différents Comités de Protection nationaux le droit et la responsabilité d'adopter les réglements, recommandations ou codes de travail pratiques les mieux adaptés aux besoins de leurs pays respectifs».

Ce principe de non-ingérence dans les affaires nationales a été maintenu jusqu'à présent. Si les divers Etats peuvent adopter des doses limites supérieures aux recommandations de la CIPR pour mieux s'adapter à leurs besoins, les notions d'admissibilité, d'acceptabilité (adoptée plus tard) prises comme fondement des doses limites par la Commission n'ont ainsi guère de sens. La CIPR dans ses statuts admet qu'un Etat peut légitimement définir des doses limites que l'on devrait considérer comme inacceptables.

1. La CIPR constate que la dose considérée jusqu'à présent comme admissible était une «dose élevée» (0,3 rem par semaine, 15 rem par an, 750 rem pour 50 ans). La Commission affirme que dans l'industrie nucléaire les responsables ont pris des marges de sécu-

rité importantes (aucune valeur numérique concernant les doses effectivement reçues par les travailleurs n'est donnée pour étayer cette affirmation). Cependant elle craint « que la pression pour une production d'énergie plus économique puisse faire abandonner les *facteurs de sécurité* mentionnés plus haut » (art. 4). C'est la reconnaissance que la protection contre les rayonnements coûte cher. Doit-on comprendre qu'avant 1956 la pression économique sur l'activité nucléaire était inexistante ?

2. La Commission devient beaucoup plus prudente vis-à-vis des effets biologiques.

- « La *restauration* joue peut-être un rôle moins important qu'on ne le supposait pour les effets à long terme » (Art. 4). C'est sur la restauration qu'étaient fondées les limites hebdomadaires. On retrouve là ce qui justifiait de définir une norme de débit de dose plutôt qu'une norme de dose cumulée.
- « [...] le dommage génétique prenait une importance plus grande » (Art. 4).
- « [...] des études statistiques avaient montré que l'incidence des leucémies était sensiblement plus importante chez les radiologues que chez les autres médecins. »

Aucune allusion n'est faite aux travailleurs de l'industrie nucléaire militaire pour lesquels la Commission pouvait avoir un recul d'une quinzaine d'années.

La notion de dose-seuil pour la leucémie est mise en doute : « On ne dispose pas pour cela de renseignements suffisants [pour la mesure de la dose-seuil et pour la restauration] ».

La Commission conclut son article 5 : « L'attitude la plus prudente serait d'admettre qu'il n'y a ni seuil, ni restauration, auquel cas même de faibles doses accumulées pourraient induire une leucémie chez certains individus prédisposés et l'incidence pourrait être proportionnelle à la dose cumulée. Il en est de même pour l'induction des tumeurs osseuses par les substances radioactives ostéotropes. »

- La Commission rapporte que les expérimentations sur des animaux soumis à des doses chroniques montrent un raccourcissement de durée de vie pour des doses élevées.
- Le but de la protection sera pour la leucémie « de réduire l'effet autant qu'il est pratiquement possible ». (Art. 17)

3. Les effets génétiques : « [...] ce qui importe essentiellement en matière de dommage génétique (mis à part l'aspect de malheur individuel que cela représente) c'est le fardeau qu'imposerait aux générations futures un accroissement de la proportion d'individus porteurs de mutations délétères. Dans cet esprit, il est indifférent en fin de compte que les gènes défavorables soient introduits dans le patrimoine héréditaire par un petit nombre d'individus qui, ayant reçu des doses plus faibles, sont porteurs d'un nombre proportionnellement moins élevé de mutations. » (Art. 8).

Faisons trois remarques à ce propos :

- cette affirmation des effets génétiques admet implicitement l'absence de seuil ;
- l'ensemble des dommages sur les générations futures dépend de ce qui, plus tard, sera défini comme la dose collective ;
- l'« aspect de malheur individuel » sur les géniteurs irradiés est implicitement considéré comme secondaire.

Après de nombreux développements la CIPR propose une limite génétique de 5 rem (accumulée depuis la conception jusqu'à l'âge de 30 ans) « due à toutes les sources d'irradiation artificielles et à toutes les activités humaines impliquant une irradiation, à l'exception de l'irradiation à des fins médicales » (Art. 62-64). Cette limite n'est pas une limite applicable aux individus exposés mais est une valeur moyenne pour l'ensemble de la population. Elle est du ressort des gestionnaires sociaux et échappe à tout contrôle.

4. Ces approches nouvelles des effets biologiques du rayonnement conduisent la CIPR à modifier assez profondément les doses admissibles:

- Le débit de dose (0,3 rem par semaine) comme fondement des doses admissibles est abandonné au profit d'une dose cumulée sur de longues périodes
- Les doses admissibles sont réduites;
- Le système de doses admissibles proposées par la CIPR en 1956 devient plus complexe. Il distingue trois groupes d'organes:
  a) pour les organes hématopoïétiques, les gonades, le cristallin, la dose cumulée admissible est, jusqu'à l'âge N (en années):
  $$D\ (\text{rem}) = 5\ (N - 18)$$
  La dose admissible cumulée sur 13 semaines est de 3 rem. Ainsi, pour ces organes, la dose annuelle admissible est en moyenne de 5 rem avec cependant la possibilité d'atteindre 12 rem certaines années (3 rem sur 13 semaines) tant que la limite 5 (N – 18) n'est pas atteinte.
  b) pour la peau et la thyroïde, la dose admissible sur 13 semaines est de 8 rem soit 30 rem annuellement.
  c) pour les autres organes, la dose admissible sur 13 semaines est de 4 rem soit 15 rem annuellement.

En résumé: dans le cas d'une irradiation uniforme du corps entier c'est le premier groupe d'organes qui fixera la dose limite à 5 rem par an en moyenne. Cependant la limite ainsi formulée, généralement présentée comme égale à 5 rem par an, en fait est assez souple pour permettre de dépasser temporairement, même pendant des périodes assez longues ces 5 rem annuels en particulier pour les travailleurs embauchés à des âges supérieurs à 18 ans (ce qui est généralement le cas). Ainsi un employé embauché à 25 ans dans l'industrie nucléaire pourra absorber des doses admissibles de 12 rem par an pendant 3 ans avant d'atteindre la limite des doses cumulées admissibles; embauché à 30 ans à 12 rem/an il n'atteindra la limite admissible qu'après 5 ans.

Ce qui fixe la limite admissible c'est finalement la dose cumulée pendant la vie professionnelle.

5. Une nouvelle préoccupation apparaît dans la CIPR: «l'établissement de limites admissibles pour l'exposition des personnes demeurant au voisinage d'installations génératrices de rayonnement». (Art. 15)

- pour les enfants (l'âge n'est pas défini) des mesures doivent être prises pour ne pas dépasser 0,5 rem par an;
- pour «certains groupes d'adultes résidant dans le voisinage d'une zone contrôlée, on admet des doses annuelles 3 fois plus élevées (c'est à dire 1,5 rem/an) au niveau des gonades, des organes hématopoïétiques et des cristallins». (Art. 15).

Il est cependant précisé qu'il s'agit là de limites pour des «conditions normales de fonctionnement». Cela suppose implicitement que ces limites admissibles pourraient ne pas être respectées lors de conditions anormales de fonctionnement. Mais aucune précision n'est donnée pour définir ces notions de fonctionnement normal et anormal.

6. Le passage d'une limite de dose définie par un débit de dose hebdomadaire à une limite définie par une dose cumulée sur une longue période permet à la Commission de justifier une période de transition de 5 ans pour appliquer ces normes plus restrictives.

7. Dose somatique pour la population: «Il n'y a pas pour le moment, de recommandation spécifique concernant une dose maximale admissible *somatique* pour la population [...]». (Art. 66)

8. Enquêtes précédant la mise en service de zones contrôlées.

«Il faut procéder à un contrôle approprié de la radioactivité de l'air, du sol et de l'eau [dans le milieu ambiant] avant le début des opérations. On obtiendra ainsi une base pour juger de l'efficacité du contrôle des rayonnements à l'intérieur de la zone».

Cette pratique est ce qu'on appelle maintenant en France «faire le point zéro». Ce n'est que depuis peu d'années que ces contrôles sont effectués autour des installations nucléaires avant leur mise en service.

9. En 1959 un certain nombre de modifications et d'amendements aux recommandations de 1956 ont été apportés par la Commission. Deux d'entre eux sont intéressants à mentionner:

- «Les femmes en âge de procréer» sont ajoutées à la fin d'un article limitant l'importance des doses uniques;
- La Commission indique que les femmes enceintes «posent un problème de risque particulier dans le cas d'exposition professionnelle» à cause des dommages somatiques provoqués chez le fœtus. Mais aucune recommandation n'est faite pour tenir compte de cet effet.

VI. LES RECOMMANDATIONS DE LA CIPR EN 1958/1962

Ces recommandations seront présentées comme une révision amendée des recommandations de 1958 dans la publication CIPR 6:

1. Le cristallin n'est plus considéré comme un organe critique et pour lui la limite admissible passe de 5 rem/an à 15 rem/an (4 rem en 13 semaines).

2. La Commission prévoit que les effets somatiques sur des individus exposés aux limites admissibles peuvent être cachés par les variations biologiques normales et ne pourront être détectés que par des méthodes statistiques appliquées à des groupes importants. Mais dans ce domaine la CIPR ne présente aucune recommandation pour l'obtention de statistiques fiables, non biaisées par les exploitants ou les gestionnaires de la santé. Le texte reconnaît un peu plus loin que «les statistiques valables sont limitées» mais affirme que pour les travailleurs des générations antérieures et donc exposées à des doses plus élevées «les risques somatiques sont comparables à ceux de la majorité des métiers et professions». Aucune valeur numérique n'est avancée ni pour les risques mesurés jusqu'à présent chez les travailleurs de l'industrie nucléaire, ni pour les activités autres que nucléaires.

3. La limite de dose pour les effets génétiques (5 rem/30 ans pour les gonades de la population dans son ensemble) peut être considérée comme «tolérable et justifiée en raison des bénéfices escomptés provenant de l'expansion des applications pratiques de l'énergie atomique».

Rappelons que ces effets génétiques sur la population qui sont pris en compte ici contribuent à l'accroissement du fardeau génétique qui pèsera sur les générations futures alors que les bénéfices escomptés ne concernent éventuellement que la génération présente.

Aucune valeur numérique n'est avancée pour évaluer et justifier ce fardeau génétique.

4. L'abdomen des femmes en âge de procréer est considéré comme un organe critique pour l'activité professionnelle car la Commission lui fixe une dose admissible de 1,3 rem/13 semaines (5 rem/an) comme les organes critiques tels que les gonades et les organes hématopoïétiques. La Commission reconnait la radiosensibilité particulière du fœtus pendant les deux premiers mois de son existence. Il est recommandé que l'irradiation du fœtus pendant le reste de la grossesse ne dépasse pas 1 rem.

La CIPR met en garde les radiologistes lorsqu'ils doivent examiner des femmes qui

peuvent être enceintes. Il faudra attendre encore des années avant que cette recommandation n'ait un écho dans le corps médical.

5. La Commission aborde le problème des accidents avec contamination de l'environnement; dans ce cas «les expositions peuvent ne pas être maîtrisables, le concept d'une dose maximale fixe cesse donc d'avoir un sens». Il s'agit alors «de mettre en balance les risques du rayonnement et les risques de contre-mesures particulières».

La Commission reconnaît implicitement que l'accident nucléaire de grande ampleur est possible et qu'il doit être envisagé. Elle n'a pas porté attention à la contradiction inhérente à ses recommandations. Si la contamination n'est pas maîtrisable on ne voit pas ce qu'il est possible de faire. Si on peut mettre en balance détriments et contre-mesures c'est que cette contamination est en grande partie maîtrisable. Il est évident qu'il n'y a pas grand chose à faire pour anéantir la contamination d'une région résultant d'un accident nucléaire, mais l'évacuation de la population ou la fourniture de nourriture non contaminée peut réduire, donc maîtriser les effets de cette contamination accidentelle.

Un peu plus loin «la Commission reconnait qu'il demeure beaucoup de difficultés et d'incertitudes à considérer». Il s'agit là essentiellement des problèmes liés à l'ingestion et à l'inhalation par la population des radioéléments contaminant l'environnement à la suite d'un accident.

Ainsi il faut mettre en balance des risques du rayonnement mal évalués avec des risques de contre-mesures non explicités. Il est facile de se rendre compte que les risques du rayonnement affecteront la santé de la population alors que les risques des contre-mesures seront de nature financière. On voit donc que dès 1962 la Commission prend conscience des problèmes que poseraient les accidents nucléaires mais avoue son incapacité de proposer une gestion «acceptable» de ces accidents.

La contamination interne: les concentrations maximales admissibles (CMA).

Il s'agit de limiter l'incorporation de radionucléides par ingestion et inhalation afin de respecter les limites de dose tant pour le corps entier que pour les organes critiques.

La publication de 1950 avait défini les charges corporelles maximales admissibles pour quelques radioéléments (11 en tout) et, pour 8 d'entre eux, 14 *niveaux maximum admissibles* (6 pour l'air et 8 pour l'eau). Les fondements biologiques expérimentaux sont assez légers, voire inexistants.

En 1959 la publication CIPR 2: «Rapport du Comité II sur la dose admissible en cas d'irradiation interne» apporte des précisions sur ces problèmes. Pour déterminer la Concentration Maximum Admissible relative à l'ingestion d'eau (CMA eau) et celle relative à l'inhalation d'air (CMA air) les experts élaborent des modèles de rétention et d'élimination pour chaque radionucléide par les différents organes et tissus du corps pour un «homme standard». Le travailleur a des spécificités par rapport au non-travailleur du point de vue du débit respiratoire et de la consommation d'eau. Les valeurs de CMA sont calculées d'une part pour une exposition professionnelle au rythme de 40 heures par semaine, 50 semaines par an pendant une période de travail continue de 50 ans, d'autre part pour une exposition permanente, c'est à dire pour 168 heures/semaine pendant 50 ans. (Ce sont ces dernières valeurs qui servent à établir les CMA trente fois plus faibles pour le public).

On trouve exposées dans ce rapport des formules mathématiques avec fonctions exponentielles et fonctions puissance aux équations compliquées censées représenter le métabolisme des radioéléments. Elles supposent un modèle «à compartiments» c'est à dire qu'à chaque organe on attribue une période biologique et on admet que le radionucléide qui se concentre dans cet organe est éliminé à taux constant. Il est reconnu que ce

modèle est très simpliste mais on ne peut faire mieux car «pour la plupart des radionucléides on manque de données humaines [...]. Parfois on ne dispose même pas de données animales et des estimations sont faites avec des éléments ayant un comportement chimique similaire.» Il est dit que dans quelques cas «certains radionucléides ont été administrés à des personnes en thérapeutique, dans d'autres cas des accidents ont entraîné l'absorption de radionucléides dans l'organisme» sans plus de précisions [8].

Quelques réserves affleurent parfois. Ainsi il est remarqué que l'individu et l'homme standard ne coïncident pas, que charge corporelle et CMA dépendent de l'âge, des habitudes alimentaires, des conditions physiques, de l'hygiène etc. La synergie est évoquée lorsque plusieurs radionucléides se fixent sur des organes différents du corps mais on n'en tient pas compte. Ces considérations n'ont pas été approfondies par la suite et pourtant il semble bien que toute la vision mécaniste de l'être humain envisagé comme une superposition de «compartiments» où les radionucléides se concentrent plus ou moins selon leur affinité à l'organe, sans interactions les uns sur les autres ni des compartiments, ni des divers radionucléides s'il y a contamination par plusieurs radioéléments, tout cela aurait mérité un peu plus de réflexion.

C'est l'édifice complet de la radioprotection qui est désormais en place dans cette publication CIPR 2 avec de nombreuses données numériques (l'homme standard et les paramètres biologiques, les chaines de filiation des radionucléides et les énergies impliquées etc.). Des tableaux donnent les valeurs recommandées pour la quantité maximale admissible dans l'organisme entier, les concentrations maximales admisibles pour l'air et l'eau (CMA air) et (CMA eau) pour plus de 200 radionucléides dont les iodes, césium, strontium, cobalt, plutonium, etc.)

Si l'on compare les valeurs de CMA de 1959 aux 14 valeurs maximales admissibles disponibles en 1950 on constate que si l'une est inchangée et deux autres diminuées, les 11 autres (soit plus de 75 %) correspondant à 7 radionucléides ont toutes été *augmentées,* la CMA eau du plutonium 239 est multipliée par 66, celle du cobalt 60 par 100 !

Ainsi on voit que les nouveaux modèles mathématiques très flexibles qui ont été mis au point peuvent permettre d'augmenter considérablement les CMA donc de diminuer la radioprotection des travailleurs.

Dans la CIPR 6 de 1962 la Commission complète et rectifie les données de 1959. Elle donne des valeurs numériques pour les charges corporelles, les concentrations maximales admissibles dans l'eau et dans l'air, les durées de vie biologique, certains paramètres concernant le métabolisme (21 tableaux pleines pages).

Les tableaux explicitent ces limites pour les composés solubles et les composés insolubles du strontium 90 qui sont inchangées par rapport à 1959, celles des isotopes de l'uranium (du 230 au 240), des plutonium 243 et 244 (les 239,240, 241 sont absents) puis de tous les éléments qui suivent dans la classification périodique des éléments, de l'américium jusqu'au fermium 256. Ces évaluations proviennent des modèles mathématiques mis au point par la Commission et qui, pour aucun des éléments exotiques des tableaux, ne pouvaient être validées par l'observation d'effets spécifiques sur les êtres humains ni même par une expérimentation animale. On comprend mal l'absence de l'isotope le plus courant du plutonium (Pu 239).

VII. LES RECOMMANDATIONS DE 1965 (CIPR 9)

La sous-commission I (chargée des effets du rayonnement) rédige pour la Commission principale un rapport sur l'évaluation des risques du rayonnement [10]. Les recommandations furent adoptées le 17 septembre 1965 (CIPR 9) [11]. Dans l'introduction les expres-

sions «risque acceptable» et «niveau acceptable» apparaissent pour la première fois sans explication mais le reste du texte s'en tient généralement au concept d'«admissibilité».

Le rapport analyse très en détail toutes les études disponibles sur les effets du rayonnement, les effets somatiques et les effets génétiques. Il s'agit là des effets des *faibles doses de rayonnement.* Les risques pris en considération sont:

- les risques somatiques pour la génération irradiée;
- les risques génétiques pour la première génération de la descendance des personnes irradiées;
- les risques génétiques pour les générations suivantes. Ces risques n'apparaissant que dans un avenir lointain concernent la population dans son ensemble et non pas les individus irradiés exclusivement.

Les estimations quantitatives proviennent de trois sources: les survivants des bombardements de Hiroshima et Nagasaki [12], les malades irradiés pour des spondylarthrites ankylosantes, les enfants irradiés *in utero* lors d'un examen par rayons X de la mère au cours de la grossesse.

Les experts de la CIPR mentionnent que dans ces études il est difficile d'avoir des données exactes, qu'il s'agisse des doses reçues pour les survivants des bombes A ou de la modification de l'état de santé des malades au cours des traitements des spondylarthrites. Les experts, à l'évidence, ne pourront donner de résultats numériques que «si ces difficultés sont ignorées».

En ce qui concerne le détriment génétique, il n'est pas possible d'additionner toutes ses diverses composantes car elles ne s'expriment pas avec la même unité (avortement spontané, mortalité à la naissance, infirmité mentale ou physique etc.).

La conclusion du rapport donne quelques précisions sur les estimations quantitatives des risques (ce qui suppose que les difficultés évoquées précédemment ont été ignorées):

1. Il ne faut pas s'attendre à une grande précision. Il est préférable de définir l'ordre de grandeur des risques. Un risque d'ordre 5 correspondra à une probabilité comprise entre 10^{-5} et 10^{-4} ($10 \cdot 10^{-5}$). Le rapport ne précise pas si, pour fixer les doses maximales admissibles, il faut prendre la valeur minimum, la moyenne ou le maximum de la plage.

2. Les facteurs de risque retenus pour les cancers mortels est d'ordre 5 à la fois pour les leucémies et les tumeurs solides. Pour l'ensemble des cancers le risque est, d'après le rapport, égal à $4 \cdot 10^{-5}$/rad. Cependant en prenant le texte à la lettre et sa définition de l'ordre il pourrait être égal à $4 \cdot 10^{-4}$.

3. De plus il est dit que ces valeurs sont déduites d'un modèle linéaire (entre l'effet et la dose) et pourraient considérablement surestimer le risque pour les faibles doses de rayonnement. Ceci enlève beaucoup de validité aux estimations quantitatives de la CIPR donc à la pertinence de ses recommandations.

4. Pour les autres industries le risque professionnel est estimé. Il se situe dans une fourchette entre 100 et 200 par an pour 1 million de travailleurs (soit 1 à $2 \cdot 10^{-4}$/an) pour l'ensemble de l'industrie d'après les statistiques effectuées en Angleterre. Ainsi le risque cancérigène du rayonnement pour 1 rad/an, $4 \cdot 10^{-5}$, est bien inférieur au risque professionnel rencontré dans les autres industries. Dans cette évaluation la Commission ne prend pas en considération le fait que le risque professionnel des autres industries de 1 à $2 \cdot 10^{-4}$ par an est une valeur *observée* et non un ordre de grandeur et que le risque cancérigène, si l'on prend la borne supérieure de l'estimation, pourrait être 10 fois plus élevé, de $4 \cdot 10^{-4}$. C'est peut être la raison pour laquelle il est à nouveau indiqué que «les présentes estimations doivent être considérées comme des limites supérieures».

En conclusion du rapport il est admis qu'en moyenne les travailleurs de l'industrie

nucléaire reçoivent environ 0,5 rem/an. Ceci bien sûr rétablit le facteur 10 qui pourrait manquer dans la comparaison avec les autres industries sans qu'il soit besoin de réduire les limites maximales admissibles d'un facteur 10. Quant aux travailleurs qui pourraient être exposés pendant de longues périodes à des doses voisines de la dose de 5 rem/an recommandée par la Commission, ils sont peu nombreux et leur risque serait dix fois plus élevé.

Le fait de définir les limites de dose à partir du risque de mortalité dans les autres industries, procédure qui sera reprise et précisée en 1977 (CIPR 26), implique que si le facteur de risque cancérigène du rayonnement augmente ou si le risque d'accidents mortels dans l' industrie diminue, la limite de dose acceptable doit impérativement diminuer proportionnellement. Ce critère est redoutable et ne pourra être retenu: la CIPR 60 de 1990 sera obligée de l'abandonner.

5. La Commission fonde ses recommandations sur l'hypothèse prudente que toute irradiation peut produire des effets somatiques et héréditaires. Mais elle insiste sur le fait que cette hypothèse est très «conservatrice» (*conservative* en anglais) et qu'il pourrait y avoir pour certains effets des seuils de dose en dessous desquels ces effets n'apparaîtraient pas. Pour ces effets les limites de dose n'auraient donc logiquement aucun sens.

6. «Si la relation quantitative entre la dose et le risque d'un effet était connue, les sociétés et les individus pourraient juger le degré de risque qui serait acceptable» [...] «un tel jugement impliquerait de mettre en balance les bénéfices ou les nécessités d'une pratique avec le risque d'une irradiation donnée». Mais comme cette relation entre la dose et le risque n'est pas connue avec précision il n'est pas possible de juger de l'acceptabilité d'un niveau de dose donné. C'est probablement la raison pour laquelle la Commission préfère le concept d'admissibilité à celui d'acceptabilité.

7. En cas d'irradiations non maîtrisables la notion de *limite maximale admissible* perd son sens. «Dans de tels cas, les dangers ou le coût social impliqués dans les contre-mesures doivent être justifiés par la réduction du risque qui en résulterait». Aucune précision n'est fournie sur la façon d'effectuer de tels calculs. L'absence de contre-mesures n'a pas, elle, à être justifiée !

Les coûts sociaux d'une contre-mesure sont faciles à évaluer en terme d'argent, la justification évoquée ici impliquerait d'évaluer la réduction du risque avec la même unité, l'*argent.* Ce genre d'approche ne sera faite que plus tard par la CIPR.

8. La dose maximale admissible pour les gonades, les organes hématopoïétiques et l'irradiation uniforme du corps entier est fixée à 5 rem/an. Mais cette dose peut être dépassée à condition de respecter la relation $D = 5 (N - 18)$ des anciennes recommandations.

Pour les autres organes: seins, poumons, os, 15 rem; thyroïde 30 rem; mains, chevilles, avant-bras 75 rem; reste de l'organisme 15 rem.

9. Pour les membres du public la limite annuelle de dose est fixée à 1/10 ème de la limite professionnelle. (1,5 rem pour la thyroïde des enfants de moins de 16 ans). Aussitôt après cette recommandation la Commission précise qu'il est possible de la violer. «Cependant, aux très bas niveaux de risque impliqués, il est probable que la conséquence pour la santé est mineure si la limite de dose est dépassée légèrement ou même d'une façon substantielle.»

Si l'on peut dépasser les limites de doses recommandées même d'une façon «substantielle» on ne voit guère le sens qu'il faut attribuer à ces limites pour la protection du public.

En résumé: Ces nouvelles recommandations apportent pour la première fois une quantification du risque pour les cancers mortels radioinduits et amorcent une réflexion sur

le concept d'«acceptabilité». Quant aux limites de doses il n'y a guère de changement si ce n'est que la dose limite D = 5 (N-18) d'un travailleur dont l'âge est N, passe au second plan au profit d'une limite de dose annuelle de 5 rem/an.

VIII. LES RECOMMANDATIONS DE 1977 (CIPR 26)

Les recommandations de 1965, publiées en 1966 sont amendées en 1969 et 1971 mais la révision des recommandations adoptées par la CIPR en 1977 [13] apporte des vues nouvelles sur le système de radioprotection bien que les limites maximales de dose demeurent inchangées pour une irradiation uniforme de l'ensemble du corps [14].

La publication CIPR 26 de 1977 tente de rationaliser l'ensemble du système de radioprotection élaboré jusqu'alors afin de le rendre cohérent. Mais cette recherche de la cohérence permettra d'augmenter le risque «acceptable» pour certaines irradiations.

1. Les principes généraux

En introduction la CIPR réaffirme comme à l'accoutumée son souci de demeurer suffisamment vague pour permettre aux instances nationales d'adopter «ce qui convient le mieux à leurs besoins respectifs». Enfin la CIPR réaffirme le cadre qu'elle s'est donné: «la protection contre les rayonnements a pour but de protéger les individus, leurs descendants et le genre humain dans son ensemble, tout en permettant d'exercer des activités qui sont nécessaires» (Art. 5). Ainsi la «nécessité» de l'industrie nucléaire, affirmée sans justifications, sera donc une limitation pour la protection des individus et du genre humain. Il est facile de constater que les normes de radioprotection n'ont en rien entravé le développement de l'activité nucléaire (civile et militaire).

L'article 12 précise les principes qui devraient guider les responsables de la radioprotection:

a) aucune pratique ne doit être adoptée à moins que son introduction ne produise un bénéfice net positif;

b) toutes les expositions doivent être maintenues au niveau le plus bas que l'on pourra raisonnablement atteindre, compte tenu des facteurs économiques et sociaux;

c) l'équivalent de dose reçu par les individus ne doit pas dépasser les limites recommandées par la Commission.

Et l'article 68 précise:

«La Commission recommande un système de limitations des doses qui vise essentiellement à garantir qu'aucune source d'exposition ne soit injustifiée par rapport à ses avantages ou à ceux de tout autre pratique utilisable dans le même but, que toute exposition nécessaire soit maintenue à la valeur la plus faible qu'on puisse raisonnablement atteindre.»

Ces contraintes ne sont en fait que des vœux pieux qui ne peuvent entrer dans le cadre d'une quelconque législation. Le «bénéfice» net évoqué ici n'est pas précisé. Plus loin il est indiqué que ce bénéfice devrait affecter les individus irradiés ou la société dans son ensemble. Ainsi l'intérêt de la collectivité (évalué par les experts de l'Etat) peut être opposé à l'intérêt d'un individu pour autoriser son irradiation. Le «bénéfice» d'une non-irradiation ne peut guère se quantifier, par contre le coût qu'impliquerait une protection rigoureuse est facilement quantifiable par les exploitants nucléaires: la radioprotection pourrait coûter cher si l'on ne tenait compte que de la protection des individus. Les «facteurs économiques et sociaux» détermineront les limites «raisonnables» de la radioprotection. Ces principes sont clairement explicités par la CIPR.

D'autre part, d'après la CIPR, on pourrait se considérer en droit d'exiger, en cas de

litige avec des pollueurs en radioactivité, que ceux-ci fournissent une justification de leurs pratiques. Que faire quand ils ne peuvent pas fournir de justification? Depuis quelques années on a découvert en France des décharges sauvages (véritables dépotoirs) émanant du Commissariat à l'Energie Atomique, d'un grand nombre d'industriels et de laboratoires de savants fort éminents. A la suite de quoi, pour toute réplique, les autorités officielles se sont contentées de dresser un inventaire de toutes les décharges clandestines illégales. Les responsables auraient pu avancer que ces dépotoirs sauvages avaient économisé beaucoup d'argent à la communauté ce qui compensait les détriments éventuels sur la santé de la population (cancers, défauts génétiques).

2. Le détriment

La CIPR sépare les effets du rayonnement en deux catégories:

a) les effets déterministes; ils apparaissent au-dessus d'un certain seuil de dose qui dépend de l'effet considéré (par exemple une radiodermite) et pour des doses relativement élevées. Leur gravité dépend de l'importance de la dose.

b) les effets stochastiques; c'est la probabilité d'apparition de l'effet et non sa gravité qui est fonction de la dose, sans seuil. Aux niveaux de doses faibles intéressant la radioprotection les effets héréditaires sont considérés comme stochastiques. Parmi les effets somatiques, ce sont les cancers qui représentent le principal risque et la CIPR ne s'intéresse ici qu'aux cancers mortels. Le niveau de gravité n'intervient donc pas puisqu'il s'agit du stade de la mort.

Le système de radioprotection recommandé se fixe comme objectif de protéger les individus contre tout effet nocif déterministe et de limiter les probabilités des effets stochastiques à des niveaux jugés acceptables (Art. 9).

Pour les effets stochastiques, qui dépendent à la fois des doses reçues et des individus considérés comme moyennés dans un groupe, le facteur de risque donne le nombre d'effets héréditaires graves et le nombre de cancers mortels.

Remarquons que souvent l'expression «effet stochastique» est interprétée comme étant synonyme d'un «effet incertain». Ce genre d'effet, s'il est incertain au niveau d'un individu irradié particulier faisant partie d'un groupe, est par contre bien déterminé pour le groupe d'individus irradiés (dans un intervalle de probabilité significatif): pour ce groupe on connait le nombre de cancers mortels avec sa marge d'erreur mais on ne sait pas *qui* sera atteint. Dans ce cas l'incertitude est limitée par des considérations statistiques mais l'effet n'est en aucun cas incertain comme de nombreux radioprotectionnistes l'affirment dans leurs discours médiatiques.

La CIPR, dans un court paragraphe, traite des enfants et fœtus. «L'exposition avant la naissance ou au cours de l'enfance peut gêner la croissance et le développement ultérieurs [...]. Il semble que la prédisposition à l'induction de certaines affections malignes soit plus élevée au cours de la période prénatale et de l'enfance que dans l'âge adulte.» (Art. 65). Il n'y aura pourtant aucune quantification du risque accru de ces groupes à risque et pas de limites de doses particulières comme par exemple les niveaux de contamination de la nourriture en cas d'accident nucléaire.

Puisque pour les cancers seule compte l'issue fatale, le détriment considéré par la CIPR élimine tous les effets de morbidité. Les tumeurs malignes soignables par radiothérapie, chimiothérapie ou chirurgie ne font pas partie du détriment. Tant pis si l'ablation de la thyroïde entraîne des troubles de développement moteur et mental chez les enfants, si elle doit être compensée par la prise constante de médicaments.

En ce qui concerne le raccourcissement de la durée de vie par d'autres effets que l'induction de tumeurs, sa mise en évidence «n'est

pas concluante et ne peut pas être utilisée sur le plan quantitatif» (Art. 67).

Quant aux effets génétiques, rien dans cette publication ne définit ce que la CIPR appelle des affections héréditaires graves.

3. L'acceptabilité du détriment

La Commission a désiré fonder ses limites de dose sur des critères objectifs, quasi-naturels et dont l'acceptabilité irait de soi et ne nécessiterait aucune discussion avec ceux qui doivent subir le détriment des irradiations: les travailleurs de l'industrie nucléaire et les individus de la population.

a) L'acceptabilité professionnelle est définie de la façon suivante: aucun travailleur ne soulève de problème de sécurité professionnelle lorsqu'il travaille dans l'industrie la plus sûre. Si les normes de radioprotection font de l'industrie nucléaire une industrie encore plus sûre que l'industrie la plus sûre, il est évident que personne ne pourra se plaindre. La CIPR a adopté pour l'industrie la plus sûre un risque de mortalité professionnelle de 1 mort par an pour 10 000 travailleurs.
On peut contester cette valeur. D'après les évaluations officielles publiées en Angleterre pour la période 1974-1978, l'industrie du vêtement, industrie la plus sûre, conduisait à un risque 20 fois inférieur. Le risque pris comme référence par la CIPR est voisin de celui de l'industrie chimique française qui est loin de représenter ce qu'on fait de plus sûr comme activité industrielle.
En résumé: la CIPR recommande à l'industrie nucléaire de ne pas tuer par an plus d'un travailleur sur 10 000.

b) L'acceptabilité du risque nucléaire pour la population. Le raisonnement est analogue mais la CIPR prend comme risque «naturel», donc acceptable, celui des transports publics soit, d'après la Commission, de 1 à 5 accidents mortels chaque année par million de personnes transportées. En fait, ce risque dit acceptable n'est en réalité qu'une nécessité qui nous est imposée par les conditions d'exploitation des transports publics. Quand un accident grave d'avion ou de train se produit avec des morts et des mutilés, personne n'ose dire que ce sont là des accidents tout à fait acceptables. Un renforcement des mesures de sécurité pour les éviter n'est pas considéré par les usagers comme non raisonnable.

Cette façon de définir l'acceptabilité du risque nucléaire permet à la CIPR de présenter les limites maximales acceptables d'une façon rationnelle sans qu'il soit nécessaire de consulter ceux qui devront subir les détriments. La dose annuelle maximale admissible sera le rapport du risque acceptable (probabilité acceptable de surplus annuel de mortalité) par le facteur de risque du détriment (probabilité du détriment, la mort par cancer par unité de dose). Ceci étant fixé, on pourrait s'attendre à ce que toute modification de l'un des deux termes se répercute automatiquement sur la limite acceptable. On verra que la CIPR ne pourra pas appliquer rigoureusement sa définition du risque acceptable et que, plus tard, obligée d'augmenter le facteur de risque elle abandonnera la façon de calculer la limite de dose acceptable. La CIPR sera obligée de modifier les règles de son propre jeu au fur et à mesure de l'évolution des données sur le facteur de risque de cancer.

4. Les facteurs de risque du rayonnement

Le facteur de risque relatif aux effets biologiques est l'une des clés pour l'établissement de normes de radioprotection. La Commission s'appuie sur l'hypothèse «qu'il existe pour les effets stochastiques [cancers et effets génétiques] une relation linéaire sans seuil entre la dose et la probabilité d'apparition d'un effet». (Art. 27)

Cependant la Commission considère que «La relation qui existe entre la dose reçue par l'individu et un effet biologique déterminé constitue un sujet complexe dont l'éclaicissement exige encore beaucoup de travail». (Art. 27) Cela laisse entendre qu'une révision du facteur de risque du rayonnement est possible, probablement en baisse dans la pensée des experts de la Commission car la complexité évoquée ici concerne l'existence ou la non existence d'un seuil de dose en dessous duquel il n'y aurait aucun effet biologique ou que la relation effet/dose, dans le domaine des faibles doses ne serait pas linéaire mais quadratique (dans ce cas le risque par unité de dose diminuerait quand la dose diminue).

Tout en admettant, pour fixer les limites acceptables, l'existence d'une relation linéaire effet/dose sans seuil la Commission insiste beaucoup sur le fait qu'il s'agit là probablement d'une surestimation du risque et que les limites qu'elle propose correspondent à une limite supérieure du risque. Elle en déduit «qu'il devient important de reconnaître qu'elle peut conduire à une surestimation des risques dus aux rayonnements, laquelle à son tour pourrait conduire au choix d'alternatives plus dangereuses en elles-mêmes que les pratiques entraînant une exposition aux rayonnements». (Art. 30).

Dans ces conditions on ne comprend pas très bien l'intérêt des limites de doses recommandées par la Commission car elle propose elle-même aux exploitants nucléaires de ne pas les respecter éventuellement si cela s'avère nécessaire.

En 1986 de nombreux experts se sont appuyés sur ce genre d'argument pour affirmer que la catastrophe de Tchernobyl ne causerait aucun mort par cancer.

5. Une nouvelle unité, le sievert

La Commission adopte la nouvelle unité d'équivalent de dose, le sievert (Sv): 1 Sv = 100 rem ce qui ne va pas faciliter les explications grand public alors que cette nouveauté n'apporte rien sur le plan scientifique.

6. Le «détriment», risque cancérigène et risque génétique

Le rapport ne donne qu'un ordre de grandeur 10^{-2}/Sv (10^{-4}/rem) pour le risque global d'une irradiation uniforme du corps. Il détaille ensuite le risque cancérigène pour chaque organe.On obtient le risque global en additionnant l'ensemble des risques pour les différents organes.

- le risque cancérigène pour une irradiation uniforme de l'ensemble du corps est: $1{,}25 \cdot 10^{-2}$/Sv (ou $1{,}25 \cdot 10^{-4}$/rem).
- le risque dû aux effets héréditaires pour les deux premières générations est: $4 \cdot 10^{-3}$/Sv (ou $0{,}4 \cdot 10^{-4}$/rem).
- le risque dû aux effets héréditaires pour l'ensemble de toutes les générations: $8 \cdot 10^{-3}$/Sv (ou $0{,}8 \cdot 10^{-4}$/rem). Cela donne un détriment total de $1{,}65 \cdot 10^{-2}$/Sv ($1{,}65 \cdot 10^{-4}$/rem) pour les travailleurs et $2{,}05 \cdot 10^{-2}$/Sv ($2{,}05 \cdot 10^{-4}$/rem) pour les individus du public.

7. L'équivalent de dose effectif

Dans les recommandations précédentes la Commission considérait les gonades et les organes hématopoïétiques comme des organes critiques et recommandait pour eux une limite de dose annuelle (travailleurs) de 5 rem soit 50 millisievert dans la nouvelle unité (50 mSv). Elle recommandait aussi une limite de 5 rem/an pour une irradiation uniforme de l'ensemble du corps et d'autres limites pour les autres organes (10 fois moins pour le public). Ce système était peu cohérent car le risque d'une irradiation globale du corps se trouvait être identique à celui de l'irradiation d'un organe ou tissu particulier critique.

La CIPR va rendre son système cohérent en affectant à la dose absorbée par chaque

organe un coefficient w_T. C'est la somme des doses pondérées par les w_T des divers organes et tissus qui donnera ce qui est dénommé «équivalent de dose effectif». Ainsi la limite de dose annuelle pour l'irradiation localisée à un seul organe sera égale à la limite pour l'ensemble du corps divisée par w_T soit (50 mSv/ an: w_T) ou (5 rem: w_T).

D'autre part, pour éviter l'apparition d'effets déterministes (non stochastiques) la CIPR fixe pour chaque organe une limite de 0,5 Sv/an (50 rem/an).

C'est la plus faible de ces deux limites qui sera adoptée comme limite maximale acceptable pour chaque organe.

8. Les doses maximales acceptables

Il se pose un problème de logique car le détriment global comporte deux termes, le risque cancérigène qui exprime un nombre de morts alors que l'autre terme, le risque génétique, exprime un effet grave (sans que la gravité ait été précisée. Est-ce aussi un risque mortel ? On peut le supposer). En appliquant la règle que la Commission s'est fixée pour établir la limite des risques acceptables de 10^{-4} morts/an pour les travailleurs et de 10^{-5} à 10^{-6} morts par an pour le public les doses maximales acceptables deviendraient:

- pour les travailleurs, 10^{-4}/an: 1,65 10^{-2}/Sv = 6 mSv/an (0,6 rem/an).
- pour la population, 10^{-5}/an: 2,05 10^{-2}/Sv = 0,5 mSv/an (0,05 rem/an), borne supérieure du risque acceptable, 10^{-6}/an: 2,05 10^{-2}/Sv = 0,05 mSv/an (0,005 rem/an), borne inférieure du risque acceptable.

En réalité la CIPR ne peut pas appliquer strictement les règles qu'elle s'est elle-même fixées. Les limites dites acceptables de l'équivalent de dose effectif sont fixées à:

a) pour les travailleurs: 50 mSv/an (5 rem/an)

b) pour la population: 5 mSv/an (0,5 rem/an)

Ainsi en appliquant ses propres règles on peut dire que les doses acceptables recommandées par la CIPR correspondent à environ dix fois ce qu'elle considère elle-même comme «acceptable» !

Pour retrouver une certaine cohérence la CIPR doit introduire de nouveaux concepts qui sont en contradiction avec des conditions fixées au départ, comme par exemple la protection individuelle sur une base de risque annuel.

Pour les travailleurs

«Dans de nombreux cas d'exposition professionnelle où le système de limitation des doses de la Commission a été appliqué, l'équivalent de dose moyen annuel obtenu n'est pas supérieur au dixième de la limite annuelle». La CIPR ajoute: «L'application d'une limite d'équivalent de dose procure donc au travailleur moyen du groupe [souligné par nous] une protection nettement meilleure que celle qui correspondrait à la limite». (Art. 99)

La définition du travailleur moyen est vague. S'agit-il de la moyenne de ceux qui travaillent en permanence en zones actives ou s'agit-il de la moyenne du personnel total de l'exploitation nucléaire généralement répertorié comme travailleur sous rayonnement ?

La CIPR admet que certains individus du groupe peuvent être exposés à des doses voisines des limites acceptables mais «il est peu probable que les travailleurs qui sont exposés à des niveaux proches des limites d'équivalent de dose reçoivent des doses de cet ordre au cours de chaque année de leur vie professionnelle et le risque total couru par chaque travailleur serait déterminé par l'équivalent de dose qu'il pourrait recevoir au cours de sa vie entière». (Art. 101)

Sans l'expliciter clairement, la CIPR fonde ses recommandations sur un risque annuel moyen pour l'ensemble des travailleurs d'une installation nucléaire ou sur un risque individuel accumulé pendant la vie professionnelle, alors qu'elle utilise pour son critère d'acceptabilité le risque annuel individuel

dans l'industrie la plus sûre. Cette façon de procéder lui permet de réintroduire le facteur 10 qui lui manquait. Pour justifier ce facteur 10 au-dessus du risque défini comme acceptable, la Commission modifie brutalement son concept d'acceptabilité: «Une exposition de longue durée d'une proportion importante des travailleurs aux limites d'équivalent de dose ou à des niveaux proches de celles-ci, ne serait acceptable que si une analyse coût-avantages approfondie montrait que le risque plus élevé qui en résulte était justifié.» (Art. 102) Il est évident qu'une analyse coût-avantages montrera que ces doses élevées conduisent pour l'exploitant à des économies alors que les coûts sont nuls puisque ces doses ne dépassent pas les limites recommandées donc n'entreront pas dans d'éventuelles indemnisations de maladies professionnelles.

Pour la population

Là aussi il y a un facteur 10 au-dessus de l'acceptabilité définie par la CIPR. «L'application d'une limite de dose de 5 mSv [0,5 rem] aux personnes du public conduira probablement à des équivalents de dose moyens inférieurs à 0,5 mSv, à condition que les pratiques qui sont à l'origine d'une exposition du public soient peu nombreuses et n'entraînent qu'une exposition faible à l'extérieur des groupes critiques». (Art. 120) De plus, «comme les expositions au niveau de la limite d'équivalent de dose ne seront probablement pas répétées pendant un grand nombre d'années, il sera encore possible de limiter de manière satisfaisante la dose reçue au cours de la vie». (Art. 122)

Là encore à propos de l'acceptabilité la CIPR abandonne le critère de protection annuelle acceptable pour les individus du public au profit à la fois d'une moyenne sur les individus et d'une moyenne dans le temps en acceptant que les individus des groupes critiques de la population puissent être soumis à des risques 10 fois supérieurs au risque acceptable. De cette façon la CIPR récupère le facteur 10 qui lui manquait.

9. Du bon usage de l'équivalent de dose effectif

Ou comment la CIPR réussit à diminuer les facteurs de sécurité apportés par le système de radioprotection tout en réduisant la limite de dose acceptable.

Nous avons vu précédemment que les limites recommandées s'appliquent à l'équivalent de dose effectif c'est à dire à la somme des doses pondérées des organes et tissus. Inversement, la dose maximale acceptable pour l'irradiation d'un seul organe ou tissu s'obtient en divisant l'équivalent de dose effectif maximum (limite stochastique) soit 50 mSv/an (5 rem/an) par le coefficient w_T de cet organe et ne doit pas dépasser 0,5 sievert (limite non stochastique). Dans le cas contraire c'est la limite non stochastique de 0,5 Sv (50 rem) qui devient la dose maximale acceptable. Les valeurs correspondant aux différents organes et tissus caractérisés par leur coefficient w_T sont donnés dans le tableau de la page 58.

Ainsi la CIPR établit la cohérence de son système de radioprotection non pas en conservant les limites acceptables d'irradiation des divers organes et en diminuant la limite de l'irradiation uniforme du corps mais en faisant l'inverse avec pour conséquence une réévaluation à la hausse des doses maximales relatives à l'irradiation des différents organes.

La détermination de l'équivalent de dose effectif (dose corps entier) à partir des w_T définis en 1977 et des limites de dose pour des organes critiques définies par la CIPR 9 en 1966, donnerait, en prenant la mœlle osseuse comme référence (5 rem soit 0,05 Sv) une limite de dose pour le corps entier de 5 rem · 0,12 = 0,6 rem/an (0,006 Sv/an) soit *8 fois moins que la limite recommandée en 1977* de 0,05 Sv/an (5 rem/an).

Ceci est loin d'être anodin car ce sont ces doses maximales acceptables spécifiques à chaque organe qui sont à la base du calcul des limites annuelles d'incorporation (par inhalation et ingestion) des différents radionucléides

Tissus	w_T	limite stochastique 5 rem: w_T (rem/an)	limite non stochastique (rem/an)	dose maximale acceptable (rem/an)	
				CIPR 26	CIPR 9
Gonades	0,25	20	50	20	5
Sein	0,15	33	50	33	15
Moelle osseuse	0,12	42	50	42	5
Poumons	0,12	42	50	42	15
Thyroïde	0,03	167	50	50	30
Restant de l'organisme	0,30	17	50	17	15

Les deux dernières colonnes donnent les doses maximales admissibles recommandées en 1965 (CIPR 9)* et les doses maximales acceptables recommandées en 1977 (CIPR 26). On voit qu'elles ont toutes été augmentées avec la nouvelle réglementation.

* Les valeurs de 1965 étaient en rem et nous indiquons donc toutes les doses dans cette unité.

s'ils se fixent préférentiellement sur des organes particuliers. On peut en percevoir toute l'importance dans le cas d'une population vivant sur des territoires contaminés par un accident nucléaire si l'on veut calculer le détriment possible et l'opportunité de contre-mesures (normes de contamination de la nourriture, évacuation etc.).

10. L'analyse coût/bénéfice

La CIPR recommande de maintenir toutes les doses à des niveaux aussi bas qu'il est possible de le réaliser d'une façon raisonnable (principe dit ALARA: *As Low As Reasonably Achievable*). Le «raisonnable» est déduit d'une analyse coût/bénéfice: toute réduction des doses par amélioration des équipements de protection augmente le coût (investissement et exploitation) et il en résulte un bénéfice pour les individus concernés (pour leur santé). Si ce surcoût de protection était dépensé dans un autre domaine, ce serait peut-être plus profitable pour la collectivité. Dans ce cas la réduction des doses n'est pas raisonnable. Ce concept d'analyse coût/bénéfice conduit à une protection de type social alors que la CIPR voulait fonder ses recommandations sur une protection essentiellement individuelle.

Le raisonnement de la CIPR est par ailleurs très simpliste. Si l'analyse coût/bénéfice faite par l'exploitant nucléaire montre que les économies réalisées en n'augmentant pas la radioprotection du personnel et du public seraient mieux utilisées dans d'autres domaines de la protection sanitaire, il n'est pas exigé par contre que ces économies soient versées par l'exploitant au budget national de la santé.

En conclusion: La CIPR veut, en 1977, donner au système de radioprotection qu'elle recommande une forte cohérence et une justification absolue de l'acceptabilité des risques, qui ne nécessitent aucune consultation des intéressés, les travailleurs et la population. On voit que sur ces deux points elle échoue car afin d'établir cette apparente cohérence générale elle est obligée de violer un certain nombre des principes fondateurs de ses recommandations.

De plus la CIPR en a profité pour augmenter notablement d'une façon implicite les doses maximales acceptables d'irradiation des organes. Cela lui permettra de relever les *limites annuelles d'incorporation.* Karl Morgan a analysé très en détail cette augmentation

des limites annuelles d'incorporation pour un grand nombre de radionucléides [15]. Ceci permet aux exploitants une gestion plus commode du nucléaire au quotidien et, bien sûr, ne peut que faciliter la gestion des accidents nucléaires.

IX. LES NOUVELLES RECOMMANDATIONS DE 1990 (CIPR 60, 1991)

Nous analysons ci-dessous les principes généraux.

1. L'absence de seuil

De nombreux articles des nouvelles recommandations sont consacrés à ce problème: y a-t-il un seuil de dose de rayonnement en dessous duquel il n'y a aucun effet biologique (cancers et effets génétiques)?

En 1977, la CIPR dans sa publication 26 fondait ses recommandations sur l'absence de seuil mais, nous l'avons vu précédemment, la Commission précisait qu'il s'agissait là d'une «hypothèse simplificatrice» prudente et ainsi tout en rejetant l'hypothèse du seuil pour fonder son système de radioprotection, la CIPR recommandait de ne pas l'utiliser. Cela permettait aux responsables médicaux de la radioprotection de justifier l'absence de danger des irradiations.

Dans la nouvelle publication, la CIPR ne considère plus l'absence de seuil comme une «hypothèse simplificatrice», elle consacre plusieurs articles à ce sujet tout au long du rapport.

«Le processus d'ionisation change nécessairement les atomes et les molécules, du moins transitoirement, et peut ainsi parfois endommager des cellules. Si le dommage cellulaire se produit et n'est pas réparé d'une façon adéquate, il peut empêcher la cellule de survivre ou de se reproduire, ou il peut en résulter une cellule modifiée mais viable.» (Art. 19)

«Malgré l'existence de mécanismes de défense très efficaces, le clone de cellules résultant de la reproduction d'une cellule somatique modifiée mais viable, peut conduire après un retard prolongé et variable appelé période de latence à la manifestation d'une condition maligne, un cancer. La probabilité d'un cancer résultant du rayonnement augmente ordinairement lorsque les doses augmentent par incréments, probablement sans seuil et d'une façon qui est approximativement proportionnelle a la dose.» (Art. 21)

«Les mécanismes de défense ne sont probablement pas totalement efficaces même aux faibles doses, aussi, il est improbable qu'ils engendrent un seuil dans la relation dose/réponse». (Art. 62)

«L'équilibre entre les dommages et les réparations dans les cellules et les mécanismes ultérieurs de défense peuvent influer sur la forme de la courbe de réponse, mais on ne peut en attendre qu'il en résulte un véritable seuil». (Art. 68).

La mise en évidence de la non existence d'un seuil aux faibles doses à partir d'observations empiriques est difficile. Il en est de même d'ailleurs, mais on ne le dit pas, pour la mise en évidence d'un seuil. La CIPR prend le soin d'expliquer le problème:

«Pour de petits incréments de dose au dessus du fond naturel, la probabilité d'induction d'un cancer additionnel est certainement petite et la valeur attendue du nombre de cas attibuables à l'incrément de dose dans un groupe exposé peut être bien inférieur à 1, même dans un groupe important. Ainsi il est presque certain qu'il n'y aura pas de cas additionnels mais cela ne fournit pas la preuve de l'existence d'un vrai seuil.» (Art 69)

2. Les facteurs de risque

Les recommandations de 1977 (CIPR 26) définissaient les facteurs de risque dus au rayonnement c'est à dire le nombre de cancers mortels et le nombre d'affections hérédi-

taires graves radioinduits par unité de dose de rayonnement. La Commission précisait cependant que ces facteurs pouvaient surévaluer le risque. Ces considérations revenaient à déconseiller l'usage de ces facteurs de risque pour une évaluation réelle des détriments causés par le rayonnement.

Dans les nouvelles recommandations de 1990 la CIPR fournit de véritables facteurs de risque utilisables en tant que tels pour évaluer le détriment dû au rayonnement. Les restrictions ne portent plus sur ces facteurs mais, nous le verrons plus loin, sur l'appréciation globale du détriment, les effets biologiques du rayonnement n'étant qu'une des composantes de ce detriment global.

a) Les effets cancérigènes sont réévalués à la hausse

La CIPR définit deux facteurs de risque cancérigène, l'un pour les travailleurs, l'autre pour l'ensemble de la population.

«Une petite différence a été faite entre les coefficients de probabilité pour les travailleurs et ceux pour l'ensemble de la population. Bien que petite, cette différence existe probablement car elle provient principalement du fait que la population dans son ensemble inclut les groupes d'âge jeunes qui sont les plus sensibles». (Art. 79)

Ainsi la CIPR reconnait l'existence de groupes beaucoup plus radiosensibles, les jeunes en particulier. Elle ne donne pas d'estimation du facteur de risque pour ces groupes à risque élevé. Elle ne tient pas compte de ce fait dans le système de radioprotection proposé car elle n'y introduit pas de normes différentielles spécifiques des divers groupes constituant la population. Cela revient à fonder la radioprotection sur la protection de la société dans son ensemble au détriment de la protection des individus.

Les nouveaux facteurs de risque sont les suivants:

- pour les travailleurs: $4 \cdot 10^{-2}$ Sv^{-1} soit 400 cancers mortels par million de rem-homme ou 10 000 sievert-homme (au lieu de $1{,}25 \cdot 10^{-2}$ Sv^{-1} en 1977)
- pour la population: $5 \cdot 10^{-2}$ Sv^{-1} (soit 500 cancers mortels par million de rem-homme ou 10 000 Sv-homme). Cela représente un accroissement du risque d'un facteur 4 par rapport aux estimations de 1977 et, en fait, beaucoup plus puisque désormais il n'est plus dit que ce facteur majore le risque.

La CIPR fonde son estimation du risque cancérigène sur le suivi de mortalité des survivants japonais des bombardements atomiques. Elle divise le résultat brut de cette étude par un facteur 2 et justifie cette réduction par le fait que la radioprotection concerne des faibles doses reçues à faibles débits de dose (chroniques) alors qu'à Hiroshima et Nagasaki il s'agissait de fortes doses reçues à fort débit de dose. Dans le premier cas les réparations cellulaires fonctionneraient mieux ce qui conduirait à un risque plus faible.

Ce point demanderait un examen détaillé (voir Annexe 1) que l'on peut résumer ainsi:

- La cohorte recensée à Hiroshima et Nagasaki afin d'être suivie sur toute la vie comporte un nombre important de personnes ayant reçu des doses relativement faibles: la dose moyenne des individus de la cohorte est de 20 rem (0,2 Sv) et 77 % des cancers ont été observés chez ceux ayant reçu des doses comprises entre 3 et 16 rem [16].
- L'étude de mortalité des survivants japonais ne montre pas d'augmentation du risque cancérigène par unité de dose quand la dose croît, sauf peut être pour les leucémies.
- La réduction du facteur de risque pour les faibles débits de dose (effet chronique) ne s'appuie sur aucune étude épidémiologique. Il s'agit là d'un véritable postulat.
- La valeur du risque retenu par la CIPR avant sa réduction par un facteur 2 est déjà une valeur réduite par rapport à l'estimation faite en 1987 par la Fondation officiellement chargée de l'étude sur les survivants japonais [17]. Depuis cette date

de nouvelles estimations faites à partir des mêmes données conduisent à des valeurs plus faibles sans qu'il soit aisé d'en comprendre les raisons. Ce sont les estimations les plus faibles qui ont retenu l'attention de la CIPR.

b) Les effets héréditaires

La CIPR n'a pas sensiblement modifié le facteur de risque pour ces effets. Cependant elle ne limite plus ses recommandations aux effets sur les deux premières générations pour évaluer le risque génétique pour les travailleurs. Leur facteur de risque global en est augmenté d'autant. « La Commission considère que des coefficients nominaux de probabilité pour les effets héréditaires de 10^{-2} Sv^{-1} pour la population dans son ensemble et $0{,}6 \cdot 10^{-2}$ Sv^{-1} pour les travailleurs représentent d'une façon correcte le nombre pondéré des effets héréditaires attendus dans toutes les générations. Le facteur de pondération ne tient compte que de la gravité des effets» (Art. 89). Aucune explication ne vient justifier la façon dont ces facteurs de pondération reflètent la gravité des effets.

c) Effets des irradiations prénatales, cancers et retards mentaux

En 1977 la CIPR ne consacrait qu'un court article assez vague à ce sujet: «L'exposition avant la naissance ou au cours de l'enfance peut gêner la croissance et le développement ultérieurs, en fonction de facteurs tels que la dose et l'âge au moment de l'irradiation. Il semble également que la prédisposition à l'induction de certaines affections malignes soit plus élevée au cours de la période prénatale et de l'enfance que dans l'âge adulte» (CIPR 26, Art. 65). Dans ses nouvelles recommandations la CIPR est plus explicite: «Pendant la période qui va de 3 semaines après la conception jusqu'a la fin de la grossesse, il est probable que l'irradiation peut causer des effets stochastiques dont il résultera un accroissement de la probabilité de cancer pour les enfants nés vivants [...] La Commission suppose que le coefficient de probabilité de mortalité est au plus égal à plusieurs fois celui de la population prise dans son ensemble.» (Art. 91)

«Des valeurs du coefficient intellectuel (QI) plus faibles que celles attendues ont été signalées pour certains enfants exposés in utero à Hiroshima et Nagasaki [...] Un coefficient d'environ 30 points de QI par Sievert pour la dose reçue par le fœtus pendant la période qui va de 8 semaines à 15 semaines après la conception.» (Art 92)

«Le second résultat [observé sur les enfants irradiés in utero à Hiroshima et Nagasaki] est un accroissement, lié aux doses reçues, de la fréquence d'enfants classés comme *sévèrement retardés.* Le nombre de cas est faible, mais les données indiquent une probabilité de l'excès de retard mental sévère de 0,4 à la dose de 1 Sv.» (Art. 93) La CIPR dans sa publication 49 de 1986 avait déjà donné ces indications. Le concept de retard mental grave défini par la CIPR s'applique à un individu qui ne peut pas formuler des phrases simples, ne peut effectuer des calculs arithmétiques simples, ne peut pas prendre soin de lui-même, est placé dans une institution [18].

La CIPR à la fin de son chapitre sur ces effets tient à atténuer la gravité de ses propos: «Toutes les observations sur les QI et les retards mentaux sont faites à partir de fortes doses reçues à fort débit de dose et leur utilisation directe surestime probablement le risque». (Art. 93)

Cet optimisme de la CIPR n'est guère justifié. En effet le recensement n'a été effectué à Hiroshima et Nagasaki qu'en 1950, cinq ans après les bombardements. Les survivants immédiats des bombardements ont connu une situation catastrophique dans des villes totalement détruites. Les enfants sévèrement attardés dans de telles conditions n'avaient guère de chance de survie et aucune d'être placés «dans une institution». Une grande partie des enfants touchés a donc pu échapper aux statistiques de l'étude épidémiologique par une mort prématurée.

3. Les limites de dose et le système de radioprotection

a) Les prémisses

La prise de conscience du danger des rayonnements ionisants va croissant dans la population. Cela inquiète la CIPR. Elle désirerait bien dédramatiser la radioprotection.

«Elle [la Commission] reconnait aussi que la focalisation sur un danger unique parmi les nombreux dangers auxquels l'humanité doit faire face, peut causer un élément d'anxiété non désiré. La Commission, par conséquent, souhaite mettre en relief son point de vue que le rayonnement ionisant exige d'être traité avec précaution plutôt qu'avec peur et que les risques qui en résultent doivent être mis en perspective avec les autres risques.» (Art. 14)

Mais elle ne peut pas, sans se renier, occulter les dangers du rayonnement: cancers, retards mentaux lorsque les fœtus sont irradiés, effets génétiques pour toute la descendance des irradiés et en plus elle doit reconnaître que ces effets peuvent être induits par des doses faibles.

b) L'importance des facteurs économiques et sociaux

En principe les membres de la CIPR ont été sélectionnés (par cooptation) sur des critères de compétence scientifique en radioprotection. Il est donc assez curieux de constater que la CIPR insiste de plus en plus sur l'importance des facteurs économiques et sociaux dans les procédures de radioprotection. Il serait logique que la CIPR admette en son sein des économistes, des sociologues et même des psychologues et des psychiatres puisque la Commission tient à protéger la population de l'anxiété radioinduite !

La protection de l'industrie nucléaire est le principe premier de la CIPR: «*Le but premier de la protection radiologique est de fournir une norme de protection des hommes sans limiter indûment les pratiques bénéfiques qui conduisent à des irradiations*». (Art. 15) [souligné par nous].

Lorsque l'industrie nucléaire irradie des individus cela ne peut être que globalement positif et la protection de ces individus ne doit pas se faire au détriment des pratiques industrielles. La CIPR 60 n'introduit là rien de nouveau car cette déclaration de foi se retrouve depuis fort longtemps dans les textes de la Commission mais il est bon de le rappeler.

La CIPR ne se veut pas contraignante et laisse aux différents pays le soin d'adapter leur propre système à leurs besoins particuliers, c'est à dire à leur situation socio-économique: «Comme les conditions d'application diffèrent pour les différents pays, la Commission n'a pas l'intention de fournir un texte réglementaire». (Art 10).

Là aussi rien de bien nouveau par rapport aux textes antérieurs. La CIPR n'en est pas à réclamer un droit d'ingérence (pour utiliser un concept à la mode) dans les affaires d'Etat pour protéger les individus.

c) Il n'est pas possible de fonder la radioprotection uniquement sur la base de critères scientifiques

Il est intéressant de noter qu'en préambule à ses recommandations, la CIPR, aréopage de scientifiques, déclare que pour la radioprotection (en principe le but en est la protection des hommes): «[Le] but ne peut pas être atteint sur la base des seuls concepts scientifiques». (Art. 15)

«Le cadre de base de la protection radiologique doit inclure nécessairement des jugements d'ordre social aussi bien que scientifique, car le but premier de la protection radiologique est de fournir un modèle approprié pour la protection des hommes qui ne limite pas indûment les pratiques bénéfiques qui donnent lieu à des irradiations.» (Art. 100)

En reprenant l'article 15 mentionné précédemment dans un nouvel article il semble assez clair que la CIPR privilégie les jugements socio-économiques par rapport aux jugements

scientifiques (biologiques) pour l'établissement d'un système de radioprotection.

Bien sûr la Commission ne peut pas recommander de négliger les effets du rayonnement, mais ceux-ci ne doivent pas dominer dans les prises de décision:

«La Commission recommande que, lorsque des pratiques sont envisagées qui impliquent des expositions ou des expositions potentielles au rayonnement, le détriment dû au rayonnement doit être explicitement inclus dans les processus du choix. Le détriment à considérer n'est pas confiné à celui associé au rayonnement, il inclut d'autres détriments et le coût de la pratique.» (Art. 115)

«Pour toute source particulière relative à une pratique [d'irradiation], l'importance des doses individuelles, le nombre de personnes exposées, la probabilité du risque encouru lié à des irradiations dont il n'est pas certain qu'elles seront reçues, devraient tous être maintenus à des facteurs aussi faibles qu'il est raisonnablement possible de les réaliser, *les facteurs économiques et sociaux étant pris en compte.*» [souligné par nous] (Art. 112)

Il est bien évident qu'en pratique, seuls les experts décideurs peuvent être habilités à faire ce genre d'optimisation. Les individus susceptibles d'être irradiés auraient naturellement tendance à considérer d'une façon tout à fait subjective leur propre protection comme l'élément déterminant pour juger de la validité de la pratique qui les implique.

La Commission exprime clairement qu'elle ne peut fonder son système de radioprotection sur des considérations de santé alors que ses membres sont censés avoir été sélectionnés pour leur compétence dans ce domaine.

«L'intention de la Commission est de choisir les valeurs des limites de dose telles que toute irradiation continue juste au dessus des limites de dose, conduise à des risques additionnels qui peuvent être raisonnablement décrits comme *inacceptables* dans des circonstances normales. Ainsi la définition et le choix des limites de dose implique des jugements sociaux [...]. *Pour des agents tels que le rayonnement ionisant pour lesquels on ne peut supposer l'existence d'un seuil dans la courbe de réponse aux doses pour certaines conséquences de l'exposition, cette difficulté est incontournable et le choix de limites ne peut être basé sur des considérations de santé.*» [souligné par nous] (Art. 123).

«L'approche multi-factorielle de la Commission pour la sélection des limites de dose, inclut nécessairement des jupements sociaux appliqués aux divers facteurs de risque». (Art. 170).

Malheureusement la Commission reste très vague sur ces divers facteurs qui ont déterminé ses jugements si ce n'est qu'elle considère qu'ils ne sont pas de son ressort mais doivent être sous la responsabilité des Etats:

«Ces jugements ne seraient pas nécessairement les mêmes dans tous les contextes et pourraient en particulier être différents dans diverses sociétés. C'est pour cette raison que la Commission propose que son guide soit suffisamment flexible pour s'adapter aux variations nationales ou régionales». (Art. 170).

Encore une fois on voit mal dans ce contexte l'intérêt d'une commission d'experts internationaux proposant des recommandations que les divers Etats peuvent valablement ne pas respecter.

4. Les principes fondateurs des limites de dose et l'acceptabilité du risque

En 1977 la CIPR avait élaboré un système cohérent une fois admis quelques postulats assez contestables. Mais l'édifice avait une belle allure d'objectivité scientifique. Il résultait d' une confiance absolue dans les faibles dangers qui pouvaient résulter du rayonnement. La logique qui en découlait était redoutable: si on admettait le concept du risque acceptable les limites de dose devaient dépendre directement des facteurs de risque.

La CIPR considérait qu'un mort par an pour 10 000 travailleurs était un risque accep-

table car équivalent au risque de l'industrie la plus sûre (hypothèse contestable). Avec un facteur de risque cancérigène de $4 \cdot 10^{-2}$ Sv^{-1} ($4 \cdot 10^{-4}$ rem^{-1}) il en découle logiquement une limite «acceptable» annuelle de 2,5 millisievert (0,250 rem) pour les travailleurs. Cela est bien évidemment inacceptable pour l'industrie nucléaire. La Commission a dû faire un sérieux ménage dans ses concepts et l'abandon du principe d'objectivité scientifique facilitait sa tâche en lui évitant d'expliciter ses choix.

Certaines remarques de la Commission sont intéressantes à mentionner: «Puisqu'il y a des seuils pour les effets déterministes, il est possible de les éviter en limitant les doses reçues par les individus. Par contre les effets stochastiques [cancers et effets génétiquesl ne peuvent être complètement évités car pour eux on ne peut invoquer l'existence d'un seuil». (Art. 100)

Le système de radioprotection ne peut donc pas protéger intégralement les individus. On doit accepter pour eux un certain détriment (peut-être un cancer, peut être un enfant sévèrement retardé, peut-être une descendance génétiquement affectée).

«Dans la pratique, plusieurs idées fausses sont apparues dans la définition et la fonction des limites de dose. En premier lieu, la limite de dose est largement, mais d'une façon erronée, considérée comme une Iigne de démarcation entre ce qui est *inoffensif* et ce qui est *dangereux*. En second lieu elle est aussi largement, mais aussi d'une façon erronée, vue comme le moyen le plus simple et le plus efficace pour maintenir les irradiations à des niveaux faibles et pour favoriser les améliorations. Troisièmement, elle est communément considérée comme la seule mesure de contrainte du système de protection. Ces idées fausses sont, dans une certaine mesure, renforcées par l'incorporation des limites de dose dans les documents réglementaires.» (Art. 124)

Le respect des normes quelles qu'elles soient n'est pas une garantie de protection des individus. Dans les discours officiels, si les normes ne sont pas dépassées il n'y a aucun danger. La CIPR considère ces discours comme résultant de conceptions erronées. Dans ces conditions, la notion de «dangereux» très couramment utilisée, demande à être précisée. A la question «Est-ce dangereux?» on ne peut répondre avant d'avoir la réponse à une question préalable: à partir de combien de morts dans un groupe donné considérez-vous qu'une situation est dangereuse?

Risque «inacceptable», «tolérable», «acceptable».

«La Commission a trouvé qu'il était utile d'utiliser trois mots pour indiquer le degré de tolérabilité d'une irradiation (ou d'un risque). Ils ont nécessairement un *caractère subjectif* [souligné par nous] et doivent être interprétés en relation avec le type et la source de l'irradiation considérés. Le premier mot est *inacceptable,* il est utilisé pour indiquer que l'irradiation, d'après les vues de la Commission, ne serait pas acceptable sur des bases raisonnables dans les conditions normales d'opération d'une pratique choisie pour son utilité. De telles irradiations pourraient devoir être acceptées dans des situations anormales, telles que celles qui apparaissent pendant les accidents. Les irradiations qui ne sont pas inacceptables sont ensuite subdivisées en celles qui sont *tolérables,* signifiant par là qu'elles ne sont pas les bienvenues mais peuvent être raisonnablement tolérées, et celles qui sont *acceptables,* signifiant qu'elles peuvent être acceptées sans nécessiter davantage d'amélioration, c'est à dire quand la protection a été optimisée. Dans ce cadre, une limite de dose représente une frontière sélectionnée dans la région située entre l'*inacceptable* et le *tolérable.*» (Art. 150)

La Commission se place délibérément dans une logique floue fondée sur des critères purement subjectifs qu'elle est totalement incapable de définir: une situation normale peut dans certaines conditions être considérée (par qui?) comme anormale. Il en découle

que l'inacceptable peut dans certaines conditions être déclaré acceptable (par qui?). Quelles sont ces bases «raisonnables» auxquelles la Commission se réfère sans les définir? Quelles sont ses critères de tolérabilité? En modifiant les critères socio-économiques on peut rendre l'inacceptable acceptable ou tolérable.

En fin de compte la fixation d'une limite de dose acceptable implique que l'on considère comme acceptable un certain nombre de morts. En démocratie les citoyens ont-ils délégué leur pouvoir à certains représentants pour décider à leur place de ce nombre de morts acceptable? Et qui pourra se déclarer démocratiquement représentatif des générations futures qui auront à subir les détriments de pratiques décidées aujourd'hui? La CIPR n'apporte pas de réponses à ces questions fondamentales.

5. Les nouvelles limites de dose: une réduction insuffisante

a) Pour les travailleurs

En 1977 la CIPR avait fixé la limite de dose à 50 mSv par an (5 rem/an). Cette limite semblait alors trop élevée mais la Commission précisait qu'avec une telle limite, dans les faits les doses moyennes ne dépasseraient pas 5 mSv/an (0,5 rem/an). D'autre part la pratique de l'optimisation des procédures et des installations respectant le concept ALARA (As Low As Reasonably Achievable: au niveau le plus bas qu'on puisse raisonnablement atteindre) devait assurer une réduction automatique des doses sans avoir besoin de baisser les limites maximales admissibles.

C'est vraisemblablement l'échec de cette conception de la radioprotection qui a poussé la CIPR à réduire les limites de dose. Elle recommande pour les travailleurs une limite comptabilisée sur 5 ans égale à 0,1 Sv (10 rem) soit en moyenne une limite annuelle de 20 mSv (2 rem/an), sans dépasser à aucun moment 50 mSv/an (5 rem/an).

b) Pour la population

La limite recommandée en 1977 était de 5 mSv/an (0,5 rem/an). En 1985, à la conférence de Paris, la CIPR recommandait une limite annuelle de 1 mSv en moyenne sur la vie (soit 70 mSv ou 7 rem en 70 ans) sans dépasser 5 mSv/an. Dans ses nouvelles recommandations la contrainte est renforcée: 5 mSv pendant toute période de 5 ans sans dépasser 5 mSv sur une année (0,5 rem/an).

Chronologiquement ces limites ont d'abord été des limites d'admissibilité puis d'acceptabilité. Désormais ce sont des limites d'inacceptabilité. Cette nouvelle définition devrait renforcer leur aspect contraignant mais la frontière floue entre l'inacceptable et le tolérable accentuée par des considérations socio-économiques en restreint la portée.

Pour établir ces limites la CIPR a renoncé à tous les principes qu'elle avait pris soin de spécifier dans ses publications antérieures à savoir:

- la mort par cancer radioinduit mesurait le détriment;
- la protection était fondée sur une base annuelle;

Désormais la Commission introduit de nombreux paramètres de pondération pour estimer le détriment d'une irradiation. Les plus importants sont (Art. 153):

- la probabilité de mortalité évaluée pour la durée de la vie;
- la perte de durée de vie si la mort intervient.

Appliquer ce dernier critère à la justice reviendrait à réduire la culpabilité d'un criminel lorsque sa victime est âgée. Si les juges utilisaient dans leur pratique des analyses du genre coût/bénéfice recommandées par la CIPR, l'assassinat de vieilles personnes, coûteuses pour la société, pourrait être considéré comme bénéfique pour la société et les criminels pourraient être innocentés!

Les critères d'acceptabilité du risque ne sont pas définis. D'ailleurs, ils n'ont pas à

l'être car pour la Commission ils ne peuvent être que subjectifs. Elle n'est donc pas tenue d'expliquer comment elle additionne les divers types de détriment.

On peut utiliser les critères à la base des recommandations antérieures de la CIPR en 1977 pour évaluer le nouveau risque que l'on doit accepter pour les cancers mortels d'après la CIPR en 1990:

Pour les travailleurs
Une limite de dose annuelle moyenne de 20 mSv associée à un facteur de risque cancérigène de $4 \cdot 10^{-2}$ Sv^{-1} conduit à un risque de mortalité de $8 \cdot 10^{-4}$ (8 morts par an pour 10 000 travailleurs) soit 8 fois le risque déclaré comme acceptable en 1977. Si l'on ajoute le risque génétique on aboutit à un risque de 1 pour 1000 soit 10 fois le risque professionnel considéré comme acceptable en 1977.

Pour la population
Une limite de dose annuelle de 1 mSv et un risque cancérigène de $5 \cdot 10^{-2}Sv^{-1}$ correspondent à 5 morts par an pour 100 000 personnes soit de 5 à 50 fois plus que le risque admis en 1977 qui était de 1 à 10 morts pour 1 million de personnes.

Ainsi les nouveaux critères subjectifs permettent à la CIPR de relever d'un facteur 10 les niveaux de risque qu'elle considérait jusqu'à présent comme acceptables et il est manifeste que se fonder uniquement sur la réduction des doses maximales acceptables pour juger de son action est profondément erroné.

6. Doses organes et équivalents de dose

On remarquera que les rapports de la CIPR à peine publiés sont rapidement obsolètes. Ainsi la CIPR 56 adoptée en 1989 donnait les *doses par unité d'incorporation* de différents radionucléides, c'est à dire la dose (en sievert) aux différents organes et l'équivalent de dose engagée par inhalation et ingestion de 1 becquerel de ce radioélément pour différentes classes d'âge. En 1993 la publication CIPR 63 modifie certaines de ces valeurs pour tenir compte de nouveaux modèles biocinétiques (c'est ainsi que l'équivalent de dose engagée pour l'ingestion de 1 becquerel de Sr 90 augmente pour les nourrissons et les classes d'âge 5, 10 et 15 ans mais diminue pour les enfants de 1 an et les adultes) et de nouveaux coefficients de pondération affectant les tissus et organes. Par rapport à la CIPR de 1977 désormais davantage d'organes sont pris en compte. Les nouveaux w_T sont les suivants:

w_T		Σw_T
0,01	surface de l'os, peau	0,02
0,05	vessie, sein, foie, œsophage, thyroïde	0,30
0,12	mœlle osseuse, colon, poumon, estomac	0,48
0,20	gonades	0,20
	Total	1,00

Le facteur de pondération relatif aux surfaces osseuses ayant diminué (il passe de 0,03 à 0,01) l'équivalent de dose pour les radioéléments ayant une affinité pour ces parties osseuses va être affecté. C'est ainsi que les Limites Annuelles d'Incorporation (LAI) de certains radioéléments ont augmenté malgré la réduction des limites de dose annuelles. C'est le cas notamment des LAI pour l'inhalation des composés des isotopes 236, 238, 239, 240, 242, 244 du plutonium autres que l'oxyde PuO_2, des composés solubles de l'uranium 230, 232, 233, 234, 235, 236, 238, de certains composés du thorium 228, 229, 230, 232 [19].

7. Les modalités d'application des nouvelles recommandations.

La CIPR est soucieuse de ne pas perturber violemment l'industrie nucléaire en exigeant des responsables nationaux qu'ils adaptent rapidement leur règlementation aux nouvelles recommandations.

«Du fait des difficultés à réagir rapidement à la mise en place de réglements plus sévères pour le fonctionnement des installations et avec des équipements déjà existants, la Commission admet que les agences chargées de la réglementation puissent souhaiter utiliser temporairement des limites de dose plus élevées.» (Art. 168)

Ainsi la CIPR recommande aux Etats de ne rien bousculer et de prendre du temps pour adopter ces nouvelles limites bien qu'il s'agisse de la morts de certains individus ou de tares sévères pour leurs descendants.

Les recommandations de 1977 ont été transcrites dans les Directives européennes en 1984 et les responsables français les ont introduites dans la législation française en 1988 (décret n° 88-662 du 6 mai 1988 modifiant le décret n° 75-306 du 28 avril 1975). Ainsi il aura fallu attendre plus de 10 ans.

La limite de 1 mSv/an (0,1 rem/an) recommandée en 1985 n'est toujours pas règlementaire en France. Au niveau européen la Directive 96/29/Euratom du Conseil du 13 mai 1996 fixe «les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants» et adopte les nouvelles normes CIPR de 1990. Il a donc fallu déjà 6 ans. La Directive laisse un délai de 4 ans pour que les Etats de la Communauté ajustent leur législation, on peut donc prévoir que dans bon nombre de législations nationales européennes la réduction des limites de dose n'interviendra pratiquement pas avant le troisième millénaire.

Il faut signaler que les responsables français de la radioprotection se sont opposés violemment à la réduction des limites de dose recommandées par la CIPR [20] avec l'appui de l'Académie des Sciences qui affirmait en 1989 «les normes actuelles paraissent déjà prudentes» [21] et il ne fallait donc pas en changer. Les experts français sont intervenus dans les instances internationales pour contrer l'adoption des nouvelles normes [22]. N'ayant pas modifié leurs positions [23] [24], il ne faudra pas s'étonner si la France tarde à mettre en œuvre la réduction des limites de dose.

8. La protection des individus ?

a) Parmi les principes généraux concernant la radioprotection la CIPR recommande: «Aucune pratique impliquant des irradiations ne devrait être adoptée à moins qu'elle ne produise un bénéfice suffisant aux individus exposés ou à la société pour compenser le détriment causé par le rayonnement». (Art. 112 a)

Comment évaluer la pratique qui consistait pour le CEA à se débarrasser clandestinement dans une décharge non autorisée de certains de ses déchets nucléaires par exemple sur Saint-Aubin et Itteville ? [25]. Y a-t-il eu compensation pour les individus qui ont pu être exposés ? Les responsables de telles pratiques ont-ils simplement jugé que cela permettait de réduire les dépenses du CEA et que cela ne pouvait être que bénéfique pour l'ensemble de la société ?

Optimiser sur des critères économiques est particulièrement dangereux pour la protection des individus. Ce genre de pratique n'est quère compatible avec la déontologie médicale [26].

b) Il peut y avoir des conflits d'intérêt entre divers groupes de la population concernant leur protection. La CIPR en mentionne quelques uns: «Si l'irradiation du public est due au relâchement de déchets dans l'environnement, une réduction de cette irradiation pourrait conduire à un accroissement de l'irradiation professionnelle dû au retraitement additionnel et au stockage des déchets.» (Art. 208)

«L'inspection systématique des installations peut réduire la probabilité des défaillances mais seulement aux dépens d'une irradiation professionnelle additionnelle, et la réduction de l'irradiation du public par un accroissement du stockage des déchets peut causer un accroissement des irradiations potentielles des travailleurs et du public». (Art. 209)

La protection optimale des travailleurs ne coïncide pas forcément avec celle de la population. Elle peut être en contradiction avec la protection de leur propre famille qui fait partie de la population. On ne voit guère comment résoudre ce genre de contradiction mais occulter ces problèmes n'est certainement pas le meilleur moyen d'arriver à les résoudre.

X. CONCLUSIONS: COMMENT EVALUER L'ACTION DE LA CIPR DANS LA PROTECTION RADIOLOGIQUE DES INDIVIDUS ?

Un des soucis permanents de la CIPR dès son origine a été d'émettre des recommandations de radioprotection permettant à toutes les pratiques utilisant les rayonnements ionisants de se développer (tout en évitant une hécatombe chez les praticiens). Ceci s'est avéré particulièrement vrai concernant le développement de l'industrie nucléaire que la Commission a jugée globalement bénéfique à la société, sans analyse ni justification. Le but de la CIPR a consisté bien plus à montrer que les normes qu'elle recommandait permettaient une radioprotection efficace des travailleurs et de la population, qu'à établir réellement des normes contraignantes et efficaces. En fait ses recommandations n'ont en rien gêné l'essor de l'industrie nucléaire, elles l'ont tout simplement accompagné et ont fourni une base idéologique pour justifier moralement et socialement les pratiques de cette industrie.

Un autre principe fondateur des recommandations de la CIPR est l'élaboration de normes non contraignantes que les Etats pourront interpréter et adapter à leur situation propre. Dans ces conditions le concept même d'*acceptabilité* perd beaucoup de son sens. Il y a fondamentalement une grande hypocrisie dans ces recommandations quand la CIPR énonce toute une série de précautions à respecter pour réduire les dégâts sanitaires, puis des limites de doses à ne pas dépasser, (sauf nécessité évidemment), car il est clair que les législateurs qui transformeront ces recommandations en lois, décrets, arrêtés ou autres, ne retiendront que les limites numériques. Toutes les précautions énoncées ne peuvent se traduire en terme de législation car elles ne sont pas quantifiables donc vérifiables. Autrement dit, tout ce qui est détaillé dans les recommandations de la CIPR ne s'adresse qu'aux exploitants nucléaires qui voient là des sources de dépenses supplémentaires non légalement obligatoires. On peut deviner le résultat. Quel exploitant nucléaire a procédé à une « optimisation coût/bénéfice » avant de prendre une décision ? Inutile de jouer avec des équations pour s'apercevoir que les coûts sont pour lui et les bénéfices pour les autres. Quel gestionnaire dans notre système économique hésiterait devant une telle éventualité ?

Les normes d'irradiation, les doses maximales acceptables, sont généralement à la base des polémiques visant la radioprotection et se résument généralement de la façon suivante chez les opposants à l'industrie nucléaire: la CIPR a révisé à la baisse les doses maximales acceptables; quand seront-elles mises en vigueur chez nous ? C'est implicitement reconnaître l'effet bénéfique de la CIPR. Seule cette réduction des normes d'irradiation est retenue ce qui laisse entendre que le système de radioprotection s'améliore et que les experts en radioprotection participent à cette amélioration.

Tout d'abord il faut souligner que cette réduction a été très lente, elle a même connu des rebonds plus ou moins camouflés, très lente aussi par rapport aux données numériques observées sur des irradiés. D'autre part quand on examine l'évolution au cours du temps non pas des limites de doses mais des *facteurs de risque* estimés par ces mêmes experts de la CIPR, on s'aperçoit que *le risque cancérigène acceptable a augmenté.*

Au début les experts admettaient un seuil de rayonnement en dessous duquel le rayon-

nement n'avait aucun effet. Les limites de doses admissibles étaient bien sûr en dessous de ce seuil donc le risque admissible était nul.

Quand la limite annuelle a été fixée pour les travailleurs à 50 millisievert (5 rem) sans seuil, cela revenait à «accepter», avec le facteur de risque cancérigène admis à l'époque, 625 cancéreux voués à la mort par million d'homme-rem. Plus tard le facteur cancérigène officiellement admis ayant augmenté, la norme abaissée à 20 mSv/an (2 rem) conduisait à admettre 800 cancers mortels par million d'homme-rem au lieu de 625.

Nous avons vu que si l'on se réfère aux critères d'acceptabilité du risque définis par la CIPR en 1977, les normes de 1990 conduisent à un risque professionnel 10 fois plus élevé. Le résultat est du même ordre concernant l'évolution de la radioprotection des individus de la population.

L'abaissement des limites de dose a été un leurre qui a parfaitement bien fonctionné même chez ceux qui critiquaient l'option nucléaire de notre société. La revendication d'un ajustement des normes de radioprotection selon les critères de la CIPR a remplacé la critique radicale des fondements mêmes de cette radioprotection.

Enfin, l'abaissement des limites de dose est-il une gêne pour les industriels du nucléaire ? Est-ce une amélioration de notre protection ? La parade économique à la réduction des doses a été assez simple et est maintenant largement utilisée : les exploitants nucléaires ont mis en place une gestion du personnel par la dose [27]. Puisqu'on utilise pour tous les travaux irradiants des personnels intérimaires, il suffit de les mettre au chômage lorsqu'ils ont atteint la dose-limite. On en prend d'autres pour la suite des travaux. Le coût est ainsi indépendant des limites de dose.

Il faut remarquer en outre que s'il n'y a pas de seuil à l'action biologique des faibles doses de rayonnement et si l'effet est proportionnel à la dose reçue, l'effet global sur une population irradiée sera déterminé par la dose collective reçue. Diminuer les doses pour les individus revient à mieux les protéger mais ne pas réduire la dose collective c'est admettre le même détriment global pour le groupe, c'est à dire le même nombre de morts.

Ainsi, ne pas faire allusion à la dose collective, ne pas donner de recommandations pour la réduire alors qu'on admet que le facteur de risque augmente c'est considérer comme acceptable que le nombre de morts augmente. Curieuse protection !

Si les nouvelles recommandations n'ont guère soulevé de critiques chez les exploitants nucléaires à propos de la réduction des limites de dose annuelles pour leur personnel, elles n'ont pas été appréciées de ceux qui auraient à gérer socialement les accidents nucléaires [22]. En effet si la dose annuelle de 1mSv (100 millirem) pour la population ne pose pas de problèmes en fonctionnement normal ou quasi-normal des réacteurs nucléaires, il n'en va pas de même en cas d'accident grave.

Les accidents graves sur des installations nucléaires avec des rejets radioactifs importants dans l'environnement ont été envisagés dès les années 50 par la CIPR. En cela elle était en synchronisme avec les responsables de l'industrie nucléaire.

Aux Etats-Unis le premier réacteur producteur d'électricité date de 1951, en URSS il date de 1954, au Royaume-Uni et en France c'est en 1956 que la production électronucléaire a démarré. Dès 1954, une loi (le Price Anderson Act) limitait aux Etats-Unis la responsabilité civile des exploitants nucléaires en cas d'accidents nucléaires graves. En France une loi analogue mais plus laxiste en matière de responsabilité civile était votée en 1968 (dans l'indifférence générale). On voit donc que les décideurs nucléocrates avaient dès le départ envisagé les accidents graves et ont exigé des pouvoirs politiques d'être protégés des conséquences financières de ces accidents. Ces exigences ont été perçues par les experts de la CIPR qui ont bien vu le problème. Ils ont exclu du champ d'application de leurs recommandations les situations d'«urgence radiologique» dont font partie les catas-

trophes nucléaires. Dans ces situations la notion même de limite de dose perd tout sens. En cas d'accident la limite de 1 mSv/an de la CIPR 60 serait certainement dépassée pendant plusieurs années pour un grand nombre d'individus de la population. Certains gestionnaires parfaitement lucides et conscients des problèmes réels, se rendent compte qu'en cas d'accident, dire aux gens qu'ils allaient recevoir plus que le 1 millisievert «acceptable» risquerait de provoquer des «turbulences» et c'est bien la raison pour laquelle ils se sont opposés à l'adoption des nouvelles normes [22].

D'autres gestionnaires sont moins inquiets. En effet, en cas de contamination de l'air, de l'eau, de la nourriture, il serait difficile à un individu d'évaluer par ses propres moyens l'équivalent de dose de rayonnement qui l'aurait affecté. Il lui serait impossible d'effectuer la moindre vérification concernant la prise ou l'absence de prise de décision éventuelle d'une contre-mesure (évacuation par exemple). Cette dose serait calculée par les experts officiels suivant de mystérieux modèles mathématiques dont les paramètres sont facilement ajustables pour obtenir ce que l'on désire.

Mais on bute là sur un problème qui dépasse largement le problème des limites de dose dites acceptables. Toutes ces évaluations-experts seraient-elles acceptées par la population ? Quelle crédibilité accorderait-on à ces expertises officielles ? On sort là du domaine de la radioprotection pour entrer dans le domaine de la gestion médiatique des crises nucléaires, autre problème qu'il faudrait bien aborder.

Finalement, en toute logique, si en cas d'accident nucléaire grave on ne peut pas garantir que les doses reçues par la population ne dépasseront pas les limites «acceptables» c'est que ces accidents sont inacceptables. Mais si l'industrie nucléaire ne peut pas faire la preuve que de tels accidents sont impossibles alors il faut conclure que cette industrie est inacceptable.

Il est vrai que les nouveaux critères *des interventions toujours justifiées* en cas d'accident ne sont en réalité que des critères de non-intervention. L'évacuation avec relogement n'aurait lieu que pour une dose évitée supérieure à 1 sievert (100 rem) (Annexe VII); la non-évacuation pour une dose évitée inférieure à 1 sievert, la non-réglementation de la nourriture contaminée pour un niveau de contamination inférieur à 10 000 becquerels par kg pour les émetteurs ß et 100 Bq/kg pour les redoutables émetteurs alpha tels que le plutonium. Avec de tels critères Tchernobyl n'a été qu'une catastrophe psychologique due à des mesures intempestives prises par les autorités soviétiques... C'est d'ailleurs la conclusion à laquelle ont abouti les organismes internationaux chargés d'évaluer la gestion soviétique de la crise ouverte par la catastrophe de Tchernobyl [28]. Il ne faut pas s'en étonner puisqu'on retrouve, parmi les intervenants chargés de l'évaluation, des experts faisant partie simultanément de diverses instances internationales CIPR, OMS, UNSCEAR etc.

Ces recommandations particulièrement graves sont passées totalement inaperçues, la revendication des nouvelles normes, 20 millisievert par an pour les travailleurs et 1 millisievert par an pour la population a occupé tout le terrain de la contestation.

Tout au long des rapports de la CIPR le souci économique est présent en permanence. Les derniers textes de la Commission vont jusqu'au bout de ces conceptions économiques de la radioprotection puisqu'on en arrive au coût de l'homme-sievert, c'est à dire au prix d'un cancer mortel, d'un retard mental grave, d'un fardeau génétique pour nos descendants. Tous ces «détriments» ne sont finalement pour la Commission que des marchandises et en bons commerçants les experts de la CIPR ont beaucoup travaillé pour établir leur prix correct compatible avec l'économie. Que des spécialistes choisis pour leur compétence scientifique ou médicale en soient arrivés à ce niveau de cynisme sans que cela ne soulève la moindre parcelle d'indignation montre bien à quel niveau d'horreur sociale nous en sommes.

L'«honnêteté» intellectuelle des experts de la CIPR n'est pas à mettre en doute car dans leurs dernières recommandations de 1990 ils reconnaissent que les propriétés biologiques du rayonnement ne permettent pas d'établir des normes de niveaux acceptables de rayonnement sur des bases strictement scientifiques et qu'une large part de subjectivité doit être introduite pour fixer les normes de radioprotection. On ne peut être plus honnête. Mais là où l'honnêteté dérape c'est que ces experts reconnus par la communauté scientifique pour leur compétence ne déclarent pas que la radioprotection est hors de leur domaine de compétence et qu'ils devraient laisser la place aux économistes de la marchandise.

Finalement ces experts «honnêtes» tout en reconnaissant que leur compétence scientifique n'est guère utile en la matière s'efforcent, par un langage pseudo-scientifique de donner une justification scientifique à leurs propos.

En somme, reconnaître scientifiquement qu'on sort du domaine scientifique permet de conserver le leurre scientifique.

RÉFÉRENCES

1. Roger BELBÉOCH, *Les mythes de la radioprotection*, SEBES, n°2, 1990, (p. 21-32).
2. Henri Becquerel par exemple. Après une brûlure accidentelle causée par le transport d'un sel de radium il déclare à propos du radium: «Je l'aime, mais je lui en veux». Cette anecdote est rapportée par Marie Curie dans son livre *Pierre Curie*, 1923.
3. Madame Pierre CURIE (sic), *Radioactivité*, Tome II, Editions Hermann et Cie, Paris, 1935, «Les radioéléments peuvent être utilisés pour la thérapie par voie interne, à la manière d'un médicament; ils agissent alors principalement par le rayonnement alpha [...]». La Curiethérapie «fait appel à l'effet stimulant éventuel du rayonnement alpha, soit disséminé dans l'organisme, soit d'une manière plus locale». Marie Curie détaille ensuite les diverses formes que l'on peut utiliser: l'ingestion de boissons radioactives, les injections intraveineuses ou intramusculaires, l'inhalation de radon, les bains dans des eaux radioactives. Elle signale aussi l'intérêt des «engrais radioactifs composés généralement de résidus de fabrication de minerais radifères». (Elle ne mentionne pas que cette propriété est bien commode pour se débarrasser des déchets radioactifs en les rentabilisant dans l'agriculture). Toutes ces propriétés bénéfiques correspondent à des faibles doses (d'ailleurs pas si faibles que cela avec les critères actuels). Les effets néfastes des fortes doses sont bien sûr mentionnés.
4. Maurice LEBLANC, *L'île aux trente cercueils*, 1919. Le héros Arsène Lupin récupère sur Vorski le «superboche» (sic) la précieuse *Pierre-Dieu*, bloc de pierre venant de Bohême et contenant du radium. Cette pierre permet par une utilisation judicieuse d'améliorer la croissance des plantes et la santé des gens.
5. Catherine CAUFIELD, *Multiple Exposure, Chronicles of the Radiation Age,* Penguin Books, 1989. L'auteur donne de nombreux exemples de publicité pour l'usage thérapeutique de la radioactivité. Le dernier mentionné date de 1985 et recommande des séjours prolongés dans l'atmosphère de radon de mines abandonnées contre arthrose, sinusite, migraine, eczéma, asthme, psoriasis, allergies, diabète.
6. «International Recommendations on Radiological Protection», London 1950», in *British J. of Radiology*, 1951, Vol. XXIV n°277.
7. Seventh International Congress on Radiology, Stockholm 1954, *Acta Radiologica,* Supplementum 116.
8. En 1993 l'enquête d'une journaliste américaine révélait que des cobayes humains avaient été utilisés dans les années 1940-1950 pour l'étude des effets du rayonnement. En particulier, des médecins ont effectué des injections de plutonium et d'uranium enrichi, ont exposé des personnes à des nuages radioactifs et à des doses massives de rayons X. Ces informations ont été rapportées dans la presse française et dans la revue *La Recherche*, n° 275, avril 1995 (pp. 384-393).
Il paraît impossible que de telles pratiques aient pu se mettre en place sans le consentement d'un certain nombre de scientifiques. C'est peut-être à eux que Niels Bohr voulait s'adresser. Si c'est

le cas son appel n'a guère eu de résultat car ces pratiques ont duré au-delà de 1970.

9. Les recommandations de la Commission en 1956 à Genève furent rédigées en 1958, publiées en 1959 (Pergamon Press) sous le titre *Publication CIPR 1*. La traduction française a été publiée en 1963, Gauthier-Villars Editeurs, Paris.
   Cette lenteur dans l'expression des recommandations est curieuse. Pour une Commission dont les membres n'étaient pas partisans de législations nationales concernant la radioprotection à cause de leur lenteur à s'ajuster à des recommandations rapides pouvant intervenir du jour au lendemain (voir le chapitre IV, 7ème congrès international de radiologie).
10. ICRP, Committee I. «The Evaluation of Risks from Radiation», *Health Physics,* 1966, Vol. 12, p. 239-302.
11. *ICRP Publication 9*, Pergamon Press, 1966
12. La collecte des données chez les survivants japonais a commencé en 1950, cinq ans après les bombardements. Il s'agissait au début d'un suivi de mortalité, la morbidité ne sera incluse dans le suivi que plus tard. La connaissance des lieux où se trouvaient les personnes au moment du flash, à l'intérieur où à l'extérieur des bâtiments (leur position, debout, penché, etc.) permettait de leur attribuer les doses censées avoir été reçues pendant l'explosion à partir d'un modèle mathématique représentatif de l'explosion. Une vive polémique surgit en 1980 à propos de l'évaluation des doses, elle se terminera par le constat que les doses calculées jusqu'alors étaient fausses, le modèle mathématique pour simuler les explosions n'était pas correct. Toutes les doses ont été recalculées. La fondation américano-japonaise chargée des études *Radiation Effect Research Foundation* (RERF) a refusé pendant longtemps de rendre publiques les données du suivi des survivants.
13. International Commission on Radiological Protection, «Recommendations of the International Commission on Radiological Protection», *ICRP Publication 26* (Adopted January 17, 1977). *Annals of the ICRP,* vol. 1 n° 3, Pergamon Press.
14. Roger BELBÉOCH, «Les recommandations de la CIPR de 1977 à 1990: Comment les experts conçoivent notre protection contre les rayonnements», in *La Gazette Nucléaire* n°105/106, janv. 1991.
15. Karl Z. MORGAN, «ICRP Risks Estimates. An Alternative View», *Radiation and Health, the Biological Effects of Low Level Exposure to Ionizing Radiation,* Edited by Robin RUSSELL Jones and Richard SOUTHWOOD, John Wiley and Sons, 1987.
   En 1979 la CIPR 30 introduit pour les travailleurs les Limites Annuelles d'Incorporation par inhalation et ingestion et une Limite dérivée de concentration dans l'air. Entre 1979 et 1989 rapports principaux et additifs vont se succéder pour déterminer ces limites pour tous les radionucléides toujours sous le titre de CIPR 30.
   A partir de ces limites on peut recalculer les valeurs des CMA eau et air. [La nouvelle unité utilisée est le becquerel (1 microcurie = 37000 Bq)]. Karl Morgan, dans son article de 1987 montre que plus de 70 % des nouvelles LAI correspondent à une augmentation des anciennes CMA air et eau.
16. Edward P. RADFORD, «Recent Evidence of Radiation-induced Cancer in the Japanese Atomic Bomb Survivors, *Radiation and Health,* ibid; la traduction française de ce texte a été publiée dans *la Gazette Nucléaire* n° 84/85, janvier 1988.
17. Dale L. PRESTON, Donald A. PIERCE, «The Effect of Changes in Dosimetry on Cancer Mortality Risk Estimates in the Atomic Bomb Survivors», Radiation Effects Research Foundation, Technical Report RERF TR 9-87.
18. *La Gazette Nucléaire* n° 96/97, juillet 1989, p. 26
19. Roger BELBÉOCH, «Commentaires sur les projets Cogéma en Limousin», in *La Gazette Nucléaire* n° 129/130, Déc. 1993.
20. *La Gazette Nucléaire* n° 117/118, août 1992, pp. 10-13.
21. Académie des Sciences, «Risques des rayonnements ionisants et normes de radioprotection»., *Rapport 23*, Paris, 1989
22. L'adoption des nouvelles normes de radioprotection pour le public (1mSv/an au lieu de 5 mSv/an) a déclenché un tir de barrage des responsables français. Au sein de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) la France a tenté en 1994 de retarder la signature d'un accord international consacrant les nouvelles normes de la CIPR. Les arguments avancés par le chef de file de l'opposition aux normes de la CIPR, le Pr Pellerin, sont clairs si l'on se

reporte aux indications du journal *Le Monde* du 2 juillet 1994: « Dans ces notes qui circulent sous le manteau dans les milieux du nucléaire, l'ancien directeur du SCPRI [Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants] invoque des raisons *d'ordre psychologique et médiatique* à l'appui de sa thèse. La limite de 1 mSv serait immédiatement dépassée en cas d'incident même mineur. Or estime-t-il, *la population n'acceptera pas, en situation accidentelle, que l'on applique des normes moins sévères que celles applicables en circonstances normales*».

23. Académie des Sciences, «Problèmes liés aux effets des faibles doses des radiations ionisantes», *Rapport n° 34,* octobre 1995. « Il n'existe pas de fait scientifique récent apportant un argument en faveur d'un abaissement à 1 mSv/an pour le public en France. Il n'existe pas de fait scientifique indiscutable et récent, apportant un argument en faveur d'un abaissement des normes en vigueur en France pour les travailleurs [...].» L'Académie des Sciences recommande depuis 1989 une dose-vie de 1 Sv pour les travailleurs.
24. L'irréductibilité de la position hexagonale contre les nouvelles normes a suscité des conflits entre les exploitants du nucléaire (EDF) mis au ban des exploitants mondiaux et les responsables en radioprotection. Dans le cadre de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques M. Claude Birraux, député, a organisé une audition ouverte à la presse sur la Radioprotection le 23 novembre 1995. Parmi les participants à cette séance M. Roger Clarke, Président de la CIPR et une importante délégation de l'Académie des Sciences dont le Pr M. Tubiana: Claude BIRRAUX, *Contrôle de la sûreté et de la sécurité des installations nucléaire,* Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, *Rapport n° 2651* (Assemblée Nationale), n° 278 (Sénat). Ce rapport comporte un compte-rendu de cette séance ainsi qu'un important article de Claude Birraux sur «Les Fondements scientifiques de la révision des normes de radioprotection».
25. *La Gazette Nucléaire* n° 105/106 pp. 3-16
26. «Appel au corps médical», *La Gazette Nucléaire* n° 96/97 p. 28.
27. Annie THÉBAUD-MONY et al. *Enquête de médecins du travail sur le suivi médico-réglementaire des salariés prestataires de service des installations nucléaires de base,* Recherche coopérative de l'Inspection médicale du travail de la région Centre et de l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, décembre 1991.
28. Bella et Roger BELBÉOCH, *Tchernobyl, une catastrophe* Editions Allia, Paris, 1993.

ANNEXE I
Le facteur de risque cancérigène

Le facteur de risque (nombre de cancers mortels par million d'hommes-rem ou 10 000 hommes-sievert) est essentiellement fondé sur le suivi de mortalité des survivants japonais des bombes A. Les premières estimations pouvaient laisser croire à l'existence d'un seuil (et même d'un effet bénéfique aux doses faibles) mais cela disparut avec un suivi plus long. Une des explications donnée par Alice Stewart fut que les survivants constituaient une population non standard compte tenu de la situation catastrophique qui suivit les bombardements et élimina les individus les plus faibles de la population. Les survivants constituaient donc un groupe sélectionné ayant un niveau de santé supérieur à la moyenne. Cette sélection a été d'autant plus accentuée que la dose reçue était plus élevée. Seuls les plus résistants ont survécu aux fortes doses. Deux effets antagonistes se superposaient: effet cancérigène croissant avec la dose + effet de sélection croissant avec la dose.

Leur résultante pouvait avoir l'aspect d'un effet cancérigène indépendant de la dose, du moins pour les doses pas trop élevées. Cet effet de sélection s'atténuera avec le temps et l'observation montrera un effet cancérigène compatible avec une relation linéaire en fonction de la dose pour des suivis suffisamment longs.

Un autre point qu'il faut souligner c'est que ce facteur de risque cancérigène mortel est divisé par un coefficient 2 lorsqu'il est appli-

qué à des cohortes autres que celle des survivants japonais. Le Comité UNSCEAR des Nations-Unies (UNSCEAR: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) indiquait en 1988 une fourchette de 2 à 10 comme coefficient de réduction.

L'argument avancé est que les survivants japonais ont subi le rayonnement sous la forme d'un flash très bref pendant lequel la restauration cellulaire n'a pas pu s'effectuer. Le risque serait donc plus élevé, à dose cumulée égale, que pour des irradiations chroniques à faible débit de dose. Il s'agit là d'un argument tout à fait théorique qui ne s'appuie sur aucune observation expérimentale concernant *l'induction de cancers*. Bien au contraire, une étude du National Radiological Protection Board (NRPB) sur les travailleurs de l'industrie nucléaire britannique soumis à une irradiation professionnelle à faible débit de dose, montre que le taux de leucémie trouvé chez ces travailleurs est voisin du résultat brut observé sur les survivants, sans le facteur 2 de réduction utilisé par la CIPR et ce résultat est statistiquement significatif. Quant aux tumeurs solides, le facteur de risque est supérieur à celui admis par la CIPR mais la statistique est insuffisante pour affirmer ce résultat avec une bonne confiance statistique. Un suivi plus long devrait améliorer la précision. Cette première étude a été publiée en 1992, complétée en 1993. Depuis, le NRPB n'a rien publié sur le sujet. Une deuxième analyse a pourtant été planifiée mais la publication ne serait pas imminente. Il semble bien que la mise en place du Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) à Lyon qui désormais centralise toutes les études sur les travailleurs a plutôt ralenti le cours des choses.

Les organismes chargés de l'étude des effets biologiques des rayonnements ionisants utilisent des coefficients de réduction lorsqu'ils transposent les résultats du suivi des survivants japonais à des populations soumises à des rayonnements à dose faible et à débit de dose faible. Le tableau ci-dessous donne le facteur de risque évalué par divers organismes.

On voit que la CIPR comme l'UNSCEAR prennent les facteurs de risque les plus faibles. Toutes les publications qui ont repris l'étude des survivants japonais font l'impasse sur l'estimation la plus élevée du risque cancérigène du Rapport TR-87 de 1987 de Preston et Pierce.

RÉFÉRENCES

Alice STEWART, «*Effets sur la santé de l'irradiation par des doses faibles*», in *La Gazette Nucléaire,* n° 56/57, décembre 1983, pp. 8-24

G. M. KENDALL *et al.*, «Mortality and Occupational Exposure to Radiation: First A*nalysis of the National Registry for Radiation Workers*, in British Medical Journal, vol. 304, 1992, pp. 220-225.

G. M. KENDALL *et al.*, «*First Analysis of the National Registry for Radiation Workers: Occupational Exposure to Ionising Radiation and Mortality*», NRPB Report. NRPB-R251, January, 1992.

M. P. LITTLE *et al.*, «Further Analysis, Incorporating Assessment of the Robustness of Risks of Cancer Mortality in the National Registry for Radiation Workers», *J. Radiol. Prot.* Vol. 13, n° 2, 1993, pp. 95-108.

Organismes	Nombre de cancers par million d'hommes-rem
CIPR 26 (1977)**	125 (valeur surestimant le risque: existence possible d'un seuil)
RERF (1987) (résultats bruts)	1740 (absence de seuil)
BEIR V (1990)*	800 (absence de seuil)
CIPR 60 (1991)**	500 (absence de seuil)
UNSCEAR (1993)**	~500 (absence de seuil)

* Le facteur de risque est divisé par 2 pour la leucémie, pas pour les cancers solides
** Le facteur de risque est divisé par 2 (faible débit de dose et doses faibles).

Bella BELBÉOCH, «Le suivi de mortalité des travailleurs de l'industrie nucléaire britannique: une nouvelle estimation du risque cancérogène du rayonnement», in *La Gazette Nucléaire,* n° 117/118, août 1992.

Committee on Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR V). *Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation*, United States National Academy of Sciences, National Research Council, National Academy Press, Washington, 1990.

UNSCEAR, *Sources and Effects of Ionizing Radiation,* Report to the General Assembly, 1993.

Dale L. PRESTON, Donald A. PIERCE, «The Effect of Changes in Dosimetry on Cancer Mortality Risk Estimates in the Atomic Bomb Survivors», *Radiation Effects Research Foundation, Technical Report* RERF TR 9-87, 1987, pp. 35-36.

ANNEXE 2
La «ténébreuse affaire» de la dosimétrie des survivants japonais

Il n'est pas possible de séparer les recommandations de la CIPR du suivi de mortalité des survivants japonais des bombardements atomiques de 1945 qui constituent la plus grande base de données pour l'évaluation du risque cancérigène du rayonnement. En 1981 le monde de l'expertise en radioprotection fut violemment perturbé par une «ténébreuse affaire», expression utilisée par un vieil expert en la matière l'américain Seymour Jablon. On découvrait avec stupéfaction que la dosimétrie affectée aux survivants enregistrés pour l'étude était complètement fausse. Or ce sont ces doses qui permettent, connaissant le taux de mortalité des survivants, de trouver la relation effet/dose.

J'ai détaillé l'«affaire» en 1983 dans un article «Le système de radioprotection est fondé sur des données fausses» publié par *La Gazette Nucléaire* n° 56/57 de décembre 1983.

Dans l'étude des survivants japonais, l'évaluation des morts par cancers qu'on pouvait attendre dans une telle population a été critiquée depuis assez longtemps. Le deuxième terme de la relation effet/dose, les doses reçues à Hiroshima et Nagasaki était resté dans l'ombre et personne n'y faisait allusion, ce qui pouvait laisser croire que les doses ne posaient pas de problème.

Le 22 mai 1981 la revue scientifique américaine *Science* titre: «Les bases de 15 ans de recherches sur le rayonnement pourraient être fausses. La toxicité du rayonnement pourrait être sous-estimée».

Deux physiciens, W. E. Loewe et E. Mendelsohn, d'un laboratoire américain de recherche sur les armes nucléaires venaient de recalculer le rayonnement émis pendant les explosions d'Hiroshima et de Nagasaki. Leurs résultats mettaient en cause l'évaluation officielle du risque cancérigène du rayonnement.

«Que d'énergie, que de temps perdus par les uns et par les autres pour construire ces rapports biaisés, ensuite pour les démolir, finalement pour revenir à zéro». Ce texte est extrait de l'intervention du Pr Latarjet, membre de l'Institut, à une réunion de la SFEN (Société Française pour l'Energie nucléaire) et de la Société Française de Radioprotection (SFRP) qui s'est tenue le 9 mars 1981, c'est à dire moins de trois semaines après la publication de Science. Ce professeur visait les études dont les résultats ne sont pas conformes aux normes officielles et qui sèment le trouble dans les consciences honnêtes. Les experts sont alors contraints à une gymnastique difficile afin, comme il dit «d'éviter au spectateur honnête les affres du débat». Le fait que l'étude qui lui sert de référence ne soit pas correcte ne semble pas troubler ce professeur, même si les trublions, cette fois, font partie de l'establishment nucléaire militaire.

A partir de 1947, le gouvernement américain a financé une enquête épidémiologique de grande envergure sur les survivants japonais. Paradoxalement, les catastrophes nucléaires d'Hiroshima et de Nagasaki allaient servir à démontrer que les dangers du rayonnement dans le domaine des «faibles doses» n'étaient pas très élevés, ce qui devait permettre un

développement bon marché de l'industrie nucléaire avec des normes de protection suffisamment souples et non contraignantes. Certains experts allèrent même jusqu'à démontrer l'effet bénéfiques des faibles doses.

Les survivants japonais vont être suivis de 1950 jusqu'à leur mort. Cela donnera l'«effet». quant à la dose elle sera déterminée par des calculs simulant les explosions et la connaissance de l'endroit où chacun des survivants se trouvait au moment des bombardements. Des explosions expérimentales furent faites dans le Névada pour tenter de vérifier certains résultats des calculs. Ce dossier est longtemps demeuré secret. Quant aux données biologiques, elles ne furent pas accessibles à des chercheurs autres que ceux officiellement affectés à l'étude, bien qu'aucune clause de secret militaire ne fut avancée. Seules les conclusions sur l'effet du rayonnement et quelques analyses partielles furent publiées. Quand le secret fut levé sur le calcul des doses reçues certains chercheurs demandèrent des explications sur les hypothèses utilisées. Le responsable, John Auxier, du Laboratoire National d'Oak Ridge, se déclara incapable de fournir des précisions sur les hypothèses qu'il avait utilisées car ses dossiers s'étaient égarés et furent détruits au cours d'un déménagement! Rappelons qu'il s'agissait de secrets militaires servant de base à la protection sanitaire pour tous les habitants de la Terre! Etrange coïncidence car on apprend maintenant par les bouches officielles que, depuis 1975, beaucoup de spécialistes avaient de sérieux doutes sur la validité de ces calculs. Il faut noter que ces experts qui «doutaient» se sont abstenus de participer à la polémique qui opposait les deux grandes études quantitatives, celle sur les survivants japonais et celle sur les travailleurs de Hanford. Le responsable de l'étude (et de la disparition des données) a récemment déclaré «Nous savions à ce moment [en 1965] que la réponse que nous avions donnée n'était pas assez bonne, mais nous avions une réponse et les crédits s'épuisèrent». L'important pour cet expert n'était pas d'avoir une réponse correcte mais simplement une réponse. il n'indique pas que les crédits lui furent refusés pour trouver une réponse plus correcte. La réponse qu'il apportait à la radioprotection était satisfaisante à la fois pour les promoteurs de l'industrie nucléaire et les militaires fabricants de bombes.

Les chercheurs qui viennent de refaire les calculs sont bien embarrassés et considèrent cette étude comme un cadeau empoisonné [...].

Leur position est assez délicate. hésitation à publier des résultats définitifs, déclarations contradictoires, affirmations curieuses du genre: nos résultats sont préliminaires, il ne faut pas en tirer de conclusions pour la radioprotection, mais de toute façon les conséquences biologiques seront inchangées (c'est quasiment une promesse faite aux officiels) et il ne sera pas nécessaire de modifier les normes de radioprotection. Or, même si leurs résultats sont préliminaires, on peut cependant tirer deux conclusions définitives:

1) Les calculs précédents étaient grossièrement faux.
2) Les normes actuelles de radioprotection n'ont plus aucun fondement scientifique [c'était en 1983].

Il faudrait d'ailleurs ajouter: de nombreux experts officiels connaissaient la situation et ils n'ont rien dit.

Des conférences en juin et septembre 1981 ont réuni des spécialistes. Cela devenait urgent, car le sujet risquait d'être explosif. Les journaux (américains) en parlaient, des bruits circulaient dans les couloirs des laboratoires spécialisés [...]. [L'expert officiel en radioprotection] Seymour Jablon a bien résumé la situation:

«Etant donné l'expérience unique [sic] à Hiroshima et Nagasaki et les dizaines de millions de dollars qui ont été dépensés pour essayer d'accumuler des résultats de biologie humaine, il est vraiment consternant de penser que nous sommes ici, trente-six ans plus

tard, à débattre des ordres de grandeur des doses reçues».

Et pour finir il formule le souhait que les recherches se terminent vite. Il n'ajoute pas que c'est son désir de vérité qui le pousse. Mais l'amertume de ses propos montre bien que ce genre de débats risque fort d'enlever beaucoup de crédibilité à ces experts qui depuis 1975 savaient (ou auraient dû savoir) que les données numériques sur lesquelles leurs discours s'appuyaient étaient fausses. Le même Jablon précise clairement le sens que doivent suivre les nouvelles recherches: «Je pense qu'il est absolument nécessaire, dans cette ténébreuse affaire, que tout système de dosimétrie qui en résultera finalement soit raisonnablement en relation avec les influences biologiques que nous connaissons [...]».

Pour ce personnage important le raisonnement est le suivant:

1) Le rayonnement est peu dangereux et les normes traduisent ce point démontré parfaitement par l'étude épidémiologique que nous, experts dûment reconnus, avons faite sur les survivants japonais.
2) Comme le rayonnement est peu dangereux et que les normes internationales sont parfaitement fondées (voir le paragraphe précédent), il n'est pas pensable qu'un calcul sur les explosions d'Hiroshima et de Nagasaki puisse montrer le contraire.

Le raisonnement est d'une parfaite circularité: il faut s'appuyer sur les normes internationales pour évaluer les doses de rayonnement reçues par les survivants japonais, dont la connaissance est nécessaire pour estimer le risque cancérigène du rayonnement afin d'établir des normes scientifiquement fondées ! Ce personnage est probablement des plus importants car ses raisonnements curieux ne semblent pas avoir soulevé d'objection de principe de l'auditoire.

Quand on lit les comptes-rendus de ces réunions d'experts, il apparaît à l'évidence que les responsables officiels de la pathologie du rayonnement qui se disent les garants de notre protection ont un postulat de base: le rayonnement n'est pas dangereux. Ce postulat est absolument nécessaire pour le développement de l'industrie nucléaire.

Le fond de la discussion sur le calcul des explosions est le suivant. Le modèle mathématique utilisé en 1965 pour simuler les explosions conduisait à différencier les effets produits par les deux bombes. Celle d'Hiroshima (à uranium enrichi) aurait donné plus de neutrons que celle de Nagasaki (au plutonium). Ceci amenait les experts à attribuer une bonne partie des cancers observés chez les survivants à l'effet des neutrons. Il restait peu de cancers pour le rayonnement gamma. L'industrie nucléaire naissante grosse productrice de ce rayonnement était satisfaite. Mais cette évaluation suscite toujours des polémiques même parmi les experts officiels. Par exemple au cours des réunions du Comité BEIR de l'Académie des Sciences des U.S.A [comité spécialisé dans l'étude des effets biologiques des rayonnements], le président soutenait la thèse que le danger des neutrons était surestimé et qu'en conséquence le risque lié au rayonnement gamma était, lui, sous-estimé. Rossi, un autre expert soutenait la thèse inverse et proposait d'augmenter les doses maximales admissibles pour les gammas. La majorité du comité préféra recommander le statu quo, compromis finalement acceptable par les militaires et les civils. Cependant la polémique inquiéta certains laboratoires militaires qui se voyaient menacés d'un renforcement des normes de sécurité liées aux neutrons. Ceci les poussa à revoir les données de base que par ailleurs ils savaient douteuses. Les nouveaux calculs montrèrent que le taux de neutrons avait été surestimé d'un facteur pouvant aller jusqu'à 10. Le résultat est immédiat: les cancers qu'on attribuait aux neutrons il faudrait maintenant les attribuer aux rayons gammas qui deviennent alors particulièrement dangereux. Pour éviter la déroute des comités d'experts et les conséquences qui en résulteraient pour l'industrie nucléaire il était urgent de rendre l'affaire «ténébreuse» suivant l'expression de Jablon.

Signalons au passage qu'il n'y a plus maintenant aucune donnée valable sur l'effet biologique des neutrons et on voit difficilement comment les experts internationaux pourraient justifier une évaluation quelconque du risque de ce rayonnement. [C'était en 1983 mais ce n'est pas faux encore actuellement].

L'affaire s'est compliquée encore plus. Profitant du débat certains spécialistes commencèrent à éplucher de près les hypothèses de ces évaluations et mirent en doute ce que par euphémisme ils nomment négligences dans les calculs antérieurs. Toutes vont dans le même sens: surévaluer la dose affectée aux neutrons, ce qui minimise le risque cancérigène [des gammas]. On s'aperçoit alors qu'il faut recalculer correctement l'absorption du rayonnement par les tissus humains pour avoir la dose correcte reçue par les différents organes. D'autre part l'effet d'écran des bâtiments au moment des explosions a été assez largement sous-estimé. En particulier, un physicien d'un laboratoire américain de Brookhaven remarqua que, pour Nagasaki, une fraction importante de la population fut fichée avec des doses beaucoup trop fortes. En effet les travailleurs de l'usine Mitsubishi furent arbitrairement considérés comme étant à l'extérieur. Or pour eux l'effet d'écran protecteur des murs en béton et en acier de l'usine ainsi que les grosses machines fut très important. La difficulté de calculer l'effet ne justifie pas pour autant de le négliger. C'est pourtant ce qui a été fait. Le minimum qu'on devait exiger des experts c'était de reconnaître l'énorme difficulté de calculer les doses reçues par la population, de préciser les simplifications apportées par leurs hypothèses, d'évaluer honnêtement les marges d'erreur qui sont considérables. Or on s'aperçoit que toutes les hypotèses simplificatrices ont été dans le sens d'une minimisation de l'effet biologique. Ceci est particulièrement inadmissible quand il s'agit de la protection de la santé.

Le président du comité BEIR, Edward Radford, a relancé la polémique que les officiels de la santé avaient réussi à éteindre. Il proposa que les normes prennent en compte un risque deux fois plus élevé que celui reconnu auparavant et cela en attendant des résultats plus précis. Ce facteur 2 est d'ailleurs totalement arbitraire. Il ajouta qu'on devrait envisager, dans l'estimation des risques, l'induction de tous les cancers qu'ils soient mortels ou non. Ceci donnerait une meilleure évaluation du détriment causé par le rayonnement. La logique des normes internationales de radioprotection impliquerait alors de réduire les doses maximales admissibles pour les travailleurs et la population par un facteur 2 ou 4. Les experts auraient évidemment toujours la possibilité de renoncer à leurs critère d'acceptabilité et de le remplacer par un critère de nécessité pour l'industrie nucléaire, indépendamment des conséquences pour la santé [...]

Cette « affaire » assez extraordinaire où l'on découvre que des données de base essentielles pour l'établissement des normes de radioprotection ont été jetées à la poubelle, n'a guère eu d'écho dans les médias. Une fois le consensus obtenu parmi les belligérants on n'en parla plus.

Les doses reçues par les survivants japonais ont été réévaluées à partir des modèles déclarés corrects. La nouvelle dosimétrie établie en 1986 (DS-86) ne change pas grand chose au facteur de risque: les neutrons ont diminué mais les gamma ont augmenté. Les résultats sont désormais plus concordants entre Hiroshima et Nagasaki.

ANNEXE 3
Le rayonnement médical

La CIPR ne tient pas compte du rayonnement médical pour établir les limites de dose. Pour la Commission, le rayonnement médical est celui qu'on délivre aux malades. Suivant cette logique, il faudrait considérer les examens par rayons X imposés aux travailleurs de l'industrie nucléaire afin de suivre leur état de santé, comme du rayonnement professionnel. La

CIPR n'adopte pas cette logique mais le problème n'a pas été soulevé dans les milieux syndicaux et n'a pas été débattu par les travailleurs concernés.

Les irradiations médicales ne font pas partie du champ de la radioprotection. Elles sont sous la seule responsabilité des médecins. Cependant la CIPR ressent le besoin d'aborder ce problème dans un chapitre spécial de ses recommandations.

Dans la publication 26 de 1977, la CIPR indiquait à propos des «examens directement liés à une affection»:

«Il est indispensable que la décision soit fondée sur une évaluation correcte de l'indication de l'examen, du bénéfice escompté de l'examen et de l'importance que les résultats peuvent avoir pour le diagnostic et le traitement médical ultérieur du patient. Il est également important que cette évaluation soit faite sur la base d'une connaissance suffisante des propriétés physiques et des effets biologiques des rayonnements ionisants.» (Art. 197) Cela revient à mentionner aux médecins qu'un diagnostic ou un traitement médical par rayons X n'a pas à être effectué s'il n'est pas vraiment utile car il n'est pas sans danger pour le patient.

«Pour les examens systématiques faits en vue du dépistage de masse, la justification devrait être fondée sur le bilan, d'une part entre les avantages qu'ils comportent pour les individus examinés et pour la population dans son ensemble et, d'autre part, les coûts, y compris le détriment, entraînés par le dépistage.» (Art. 201)

Ce bilan revient à comparer l'efficacité des dépistages (nombre de personnes guéries) et les coûts correspondants. Pour la CIPR ce coût ne se réduit pas aux dépenses mais doit aussi inclure le «détriment», c'est à dire le nombre de personnes qui développeront un cancer radioinduit. Brutalement cela revient à dire qu'il faut comparer pour chaque type d'examen svstématique le nombre de personnes que l'on sauve et le nombre de personnes que l'on condamne à terme. Une bonne connaissance des effets biologiques du rayonnement est nécessaire pour faire ces évaluations. C'est certainement la raison pour laquelle la CIPR terminait ses recommandations concernant l'irradiation médicale par un article relatif à la formation professionnelle:

«La Commission tient à souligner l'importance qu'il y a à inclure une formation suffisante en protection contre les rayonnements dans l'enseignement et la formation générale des individus qui s'engagent dans une profession médicale ou paramédicale. Une formation plus approfondie en protection contre les rayonnements est nécessaire pour ceux qui projettent de s'engager dans la voie de la radiologie ainsi que pour les scientifiques et les techniciens qui apportent leur assistance dans l'utilisation médicale des rayonnements.» (Art 208)

La CIPR dans ses nouvelles recommandations (CIPR 60) est plus explicite concernant les irradiations médicales. Elle intitule un de ses paragraphes «Optimisation de la protection dans le cas des irradiations médicales».

«Parce que la plupart des procédures qui sont cause d'irradiation médicale sont à l'évidence justifiées et que ces procédures sont habituellement directement bénéficiaires à l'individu exposé, moins d' attention a été portée à l'optimisation de la protection dans le cas des irradiations médicales que dans la plupart des autres applications des sources radioactives; Il en résulte un champ d'action considérable en ce qui concerne la réduction des doses en radiodiagnostic. Des mesures simples et peu coûteuses sont disponibles pour réduire les doses sans perdre d'information dans le diagnostic, mais l'étendue de l'application de ces mesures varie beaucoup. Pour des investigations similaires les doses couvrent un domaine qui peut atteindre deux ordres de grandeur [deux ordres de grandeur = un facteur 100]. On doit mettre à l'étude des questions telles que l'emploi de contraintes de dose ou de niveaux d'investigation sélectionnés par des spécialistes appropriés ou l'agence réglementaire pour leur application dans certaines procédures courantes de diagnostic.» (Art. 180)

La Commission ne semble pas penser que ses recommandations de 1977 concernant l'amélioration de la formation médicale sur les effets biologiques du rayonnement ont été efficaces. Elle propose maintenant un système plus contraignant pour s'assurer que les patients reçoivent le minimum de dose au cours des diagnostics ou des traitements par rayons X que leur état rend nécessaire.

ANNEXE 4
Le rayonnement naturel

Le rayonnement naturel bien qu'exclu du champ de la radioprotection est évoqué à plusieurs reprises par la Commission dans la publication CIPR 60.

«La composante de l'irradiation du public due aux sources naturelles est de loin la plus élevée, mais ceci ne fournit aucune justification pour réduire l'attention qu'on doit apporter aux irradiations plus faibles mais plus facilement maîtrisables dues aux sources artificielles.» (Art. 140)

«Parmi les composantes de l'exposition aux sources naturelles, celles dues au potassium 40 dans le corps, les rayons cosmiques au niveau du sol, et les radionucléides de la croûte terrestre sont toutes hors de portée de toute maîtrise raisonnable.» (Art. 135)

D'une façon tout à fait incohérente, après avoir mentionné que le rayonnement naturel ne devait pas servir de référence lorsqu'on s'occupe de sources artificielles de rayonnement, la CIPR finit par utiliser le rayonnement naturel dans ses critères d'acceptabilité pour l'irradiation du public:

«La seconde approche est de fonder le jugement sur les variations des niveaux de dose existants du fait des sources naturelles. Ce fond naturel peut ne pas être sans danger mais il donne seulement une petite contribution au détriment sanitaire que la société subit. Il peut ne pas être le bienvenu, mais les variations d'un endroit à un autre (à l'exclusion des fortes variations de dose dues au radon dans les habitations) peuvent difficilement être appelées inacceptables.» (Art. 190)

Puis renonçant à tout autre critère objectif d'acceptabilité la Commission fonde ses limites de dose uniquement sur le niveau du rayonnernent naturel:

«En excluant les niveaux d'irradiation très variables dues au radon, la dose efficace annuelle due aux sources naturelles est d'environ 1 mSv, avec des valeurs en haute altitude et dans certaines régions géologiques, au moins deux fois plus fortes. Sur la base de toutes ces considérations, la Commission recommande une limite annuelle de dose efficace de 1 mSv.» (Art. 191)

On a vu comment ce critère conduisait à considérer comme acceptable pour la population en 1990 un niveau de rayonnement de 5 à 50 fois supérieur à celui que la Commission considérait comme acceptable en 1977. Il n'est pas venu à l'idée des experts que les populations pourraient éventuellement donner leur avis sur ce qu'elles sont prêtes à accepter.

Dans sa publication 26 de 1977 la CIPR avait bien défini son point de vue concernant le rayonnement naturel et les critères d'acceptabilité:

«Ainsi on considère que les variations régionales de l'irradiation naturelle impliquent une variation correspondante du détriment exactement de la même manière que, par exemple, les variations régionales des conditions météorologiques ou l'activité volcanique entraînent pour les différentes zones des risques de dommage qui sont différents. Compte tenu de ce qui précède, il n'y a aucune raison pour que ces différences dans l'irradiation naturelle influent sur les niveaux acceptables des expositions provenant des activités humaines, pas plus que ne devraient le faire les différences inhérentes à d'autres risques naturels.» (CIPR 26, Art. 90)

Ainsi les experts de la CIPR ont pris en 1990 une position que les experts de 1977 (pour beaucoup ce sont les mêmes) jugeaient déraisonnables, sans avoir eu le souci d'expliquer un changement aussi radical de leurs critères.

ANNEXE 5
Le redoutable principe ALARA

La CIPR a très tôt reconnu l'importance d'«optimiser» les doses reçues ou à recevoir par les travailleurs ou la population. Si l'on considère que le rayonnement est dangereux pour la santé, la logique d'une protection sanitaire correcte, sans restriction, aurait voulu que ces doses soient réduites au niveau le plus bas. En 1950 la CIPR recommandait effectivement de réduire les irradiations «au niveau le plus bas possible». Malheureusement la Commission ne donnait pas de précisions sur ce «possible». Etait-ce aussi bas que possible physiquement ou était-ce aussi bas que possible économiquement ? Le dilemme fut résolu plus tard. En 1977 la CIPR introduisait le principe ALARA, «As Low As Reasonably Achievable», aussi bas qu'il est raisonnablement possible de réaliser. Mais est-ce «raisonnable» de condamner des gens à mourir de cancer en leur imposant certains niveaux de dose parce que la radioprotection coûte cher ? Est-il raisonnable de condamner l'industrie nucléaire à dépenser des sommes considérables pour éviter quelques morts alors que ces dépenses pourraient menacer son développemnt ? La CIPR ne pose pas le problème en ces termes d'une façon aussi crue mais ce qu'elle met en avant n'est-ce pas de préserver l'existence de l'industrie nucléaire dont les avantages pour la société sont le postulat majeur de son activité en tentant d'éviter des débordements qui pourraient socialement poser quelques problèmes ?

La logique de la CIPR se justifie si l'argent nécessaire à l'amélioration de la radioprotection des individus (travailleurs ou population) est plus utile dans d'autres domaines de la protection sociale en protégeant un plus grand nombre de personnes. Le raisonnement est simple et le résultat est simple: les économies d'argent faites par les exploitants nucléaires en n'augmentant pas la radioprotection ne sont pas versées au budget de la protection sociale. Cet argent reste dans la comptabilité des exploitants.

Lorsque la CIPR propose de fixer les niveaux de doses à partir d'une analyse coût/bénéfice qu'est-ce que cela signifie, qu'est-ce que cela implique ? Cela signifie que la protection des individus a un coût financier et que le bénéfice que l'on peut en attendre c'est que le nombre de morts par irradiation soit moindre. Coût pour qui ? Pour l'exploitant bien sûr. Bénéfice pour qui ? Les individus. Il faudrait sans aucun doute une troisième force pour tenir le fléau de la balance. Laissons l'optimisation aux mains des exploitants et le résultat est garanti d'avance. Qu'est-ce que cette analyse implique ? Pour établir une équation entre des grandeurs différentes il faut évidemment mesurer ces grandeurs avec la même unité. Les coûts se mesurent en coût monétaire. Et les bénéfices, c'est à dire la vie de certains individus ou leur mort comment les mesurer et avec quelle unité ? L'analyse mathématique n'est possible que si la vie des individus (ou leur mort) est mesurée avec l'unité argent. Combien coûte la vie d'un individu ? Telle est l'implication logique de ce concept cynique d'optimisation coût/bénéfice.

De cette approche de la vie est née toute une activité «scientifique» pour évaluer le prix de la vie en dehors des critères subjectifs du genre: à combien estimez-vous le prix de votre vie ? Recherche obscène qui nourrit l'activité de technocrates de la vie et de la mort et donne lieu à des congrès d'experts. Cette recherche est nommée «coût monétaire de l'homme-sievert», et le sievert représente des cancers et bien d'autres «détriments».

La littérature sur ce sujet est très abondante et montre le point de perversion atteint par la réflexion rationnelle de notre société.

Nous retrouverons cette approche dans les critères à observer, d'après la CIPR, en cas d'«urgence radiologique».

ANNEXE 6
Les interventions hors des limites de dose

La publication CIPR 1 prévoyait la possibilité pour certains travailleurs d'être employés en dépassement de limite de dose. Il s'agissait d'«exposition accidentelle élevée unique au cours de la vie» ou d'une «exposition exceptionnelle [pour] un travail indispensable et exceptionnel». Dans les deux cas, ces doses hors des limites «admissibles» étaient balisées par des limites. Un addendum à la publication évoquait dans un court paragraphe l'«exposition en cas d'urgence des populations avoisinantes», mais aucune recommandation n'était formulée.

La publication CIPR 6, révisée en 1962, évoque explicitement l'accident nucléaire: «La Commission a considéré le problème d'une irradiation imprévue d'une population locale après le relâché accidentel d'une grande quantité de matériaux radioactifs [...]. Mais la Commission reconnaît qu'il y a beaucoup de difficultés et d'incertitudes qui restent à considérer». Ces difficultés concernaient essentiellement la fixation de limites pour la contamination interne de la population.

L'accident grave est cependant envisagé comme possible: «Dans le cas d'accidents et de contamination de l'environnement quand les irradiations peuvent ne pas être maîtrisables, le concept d'une dose maximum admissible fixée cesse d'avoir un sens. A la place d'autres considérations apparaissent, telles que le besoin d'équilibrer le risque dû au rayonnement aux risques de contre-mesures particulières.» Mais cela est «encore à l'étude».

Les accidents nucléaires figurent donc dans les préoccupations des experts de la CIPR *dès le début des années 1960* cependant leurs réflexions sont encore très vagues. En 1965 (CIPR 9) le mot «accident» précédemment utilisé est remplacé par l'expression moins traumatisante de «sources non maîtrisables». Plus tard la CIPR utilisera l'expression «urgence radiologique». Au fur et à mesure que les accidents nucléaires possibles apparaissent de plus en plus graves, la CIPR utilise pour les nommer des expressions de plus en plus anodines.

La Commission ne peut rien recommander pour les «niveaux d'action» c'est à dire en clair les interventions qui pourraient limiter l'irradiation des populations.

En 1977 la CIPR 26 présentait ses recommandations d'une façon qu'elle voulait rationnelle. A l'époque, les accidents nucléaires extrêmement graves étaient du domaine de ce que les experts appelaient le «potentiel hypothétique», l'extrêmement peu probable (assimilé à l'impossible). Three Mile Island et Tchernobyl n'avaient pas encore marqué l'histoire de l'industrie nucléaire. L'accident du réacteur de Windscale en 1957 est loin d'avoir été négligeable mais il est passé quasiment inaperçu.

Il est intéressant, puisqu'on analyse les conceptions de la CIPR, de regarder rapidement ce qu'elle envisageait en 1977 pour ce qu'elle appelait l'«intervention dans les situations anormales» sans définir exactement ce que cela signifiait. Voici les principes que la Commission recommandait:

«*Expositions exceptionnelles concertées.* Dans de rares cas, il peut se produire, en marche normale, des situations telles qu'il peut être nécessaire d'autoriser quelques travailleurs à recevoir des équivalents de dose dépassant les limites recommandées. Dans de telles circonstances, les irradiations externes ou les incorporations de substances radioactives peuvent être autorisées sous réserve que la somme de l'équivalent de dose dû à l'irradiation externe et de l'équivalent de dose engagé dû à l'incorporation de radionucléides ne dépasse pas, à l'occasion d'un événement donné, deux fois la limite annuelle appropriée et cinq fois cette limite au cours de la vie.» (CIPR 26, Art. 113) «Au cours même d'un incident grave, l'action urgente nécessaire pour sauver des vies, pour prévenir des dommages aux personnes ou pour éviter une augmentation substantielle des proportions de l'incident, peut obliger à exposer quelques

travailleurs au-delà des limites fixées pour une exposition exceptionnelle concertée. Ces travailleurs devraient être des volontaires et il est souhaitable qu'une information sur les risques dus à des expositions qui dépassent les limites soit donnée, dans le cadre de leur formation normale, à des groupes de travailleurs parmi lesquels on pourrait, dans un tel cas, trouver des volontaires.» (Art. 191) L'information concernant le recrutement de volontaires pour intervenir en dépassement de limite de dose n'est pas une obligation, d'après la CIPR, elle n'est que «souhaitable».

Dans une publication de mai 1984, consacrée à la protection en cas d'accident majeur, la CIPR réaffirmera ce principe du volontariat (CIPR 40, Art. 45).]

«Une fois l'événement initial maîtrisé, il restera le problème du travail de réparation. Celui-ci devra généralement être effectué en assurant le respect des limites recommandées par la Commission, mais, exceptionnellement, on peut rencontrer des cas dans lesquels l'application des limites impliquerait une dépense excessive, une durée excessive des opérations ou le recours à un nombre excessif de personnes. Il conviendrait alors d'examiner s'il ne serait pas juste d'autoriser une exposition exceptionnelle concertée pour un nombre limité de personnes qui effectueraient diverses opérations essentielles.» (CIPR 26, Art. 192)

Mais que faire si des interventions très au-delà des limites de dose sont nécessaires pour limiter le désastre d'un accident nucléaire et s'il n'y a pas assez de volontaires ? La meilleure façon de trouver des volontaires n'est-elle pas de ne pas les informer correctement des dangers réels encourus ? Quant à la durée excessive des opérations ou au recours à un nombre excessif de personnes, le recours à plus de huit cent mille liquidateurs après Tchernobyl (1986) n'était pas imaginable en 1977.

Tchernobyl est certainement un banc d'essai valable pour juger de la possibilité d'appliquer de tels principes.

1) Ne pas dépasser pour les interventions concertées (en cas d'accident on peut supposer que toutes les interventions sont concertées) deux fois les limites de dose soit 0,1 Sv (10 rem).

Les «responsables» soviétiques avaient-ils ce principe en tête quand ils envoyèrent des intervenants sur le toit du réacteur en détresse ?

2) Ils pouvaient envoyer ces gens, mais ce devait être des volontaires bien informés des risques qu'ils allaient courir. Les militaires que l'on a utilisés peuvent-ils être considérés comme des volontaires ? Ont-ils eu des indications précises sur les effets biologiques du rayonnement, sur les conséquences pour leur santé, voire pour leur survie ?

A ce propos une information émanant d'EDF (Direction de la Production et du Transport) doit être mentionnée:

«Prescriptions au personnel.

Troisième partie-projet: *Opérations sous rayonnements ionisants.*

Nous avons par ailleurs considéré que tous les agents de catégorie A [travailleurs sous rayonnement] doivent recevoir une information spéciale sur les risques des expositions dépassant les limites, et sont *a priori volontaires* pour participer éventuellement à une intervention impliquant une exposition d'urgence.» (publié par le *Canard Enchaîné* du 19 juillet 1989)

Les travailleurs sous rayonnement sont d'une façon générale tenus dans l'ignorance des risques qu'on leur fait subir. La notion de volontaire *a priori* est assez nouvelle. Les employés d'EDF doivent ignorer qu'ils ont été déclarés *a priori* volontaires pour recevoir en cas de nécessité des doses importantes de rayonnement. L'usage de l'armée pour des interventions en cas d'urgence exclut a priori le critère de volontariat.

De fait, la Commission en 1990 n'indique plus dans ses recommandations (CIPR 60) que les intervenants qui auraient à subir des

irradiations à des doses supérieures aux limites doivent être choisis parmi des volontaires. En cas de situation d'urgence ou pour la gestion post-accidentelle à long terme le texte demeure vague afin de laisser plus de souplesse aux décideurs:

«Il ne sera jamais correct d'appliquer les limites de dose à tous les types d'exposition, dans toutes circonstances. Pour les circonstances auxquelles elles ne sont pas destinées, comme les cas d'urgence ou au cours d'opérations spéciales d'importance considérable, elles peuvent souvent être remplacées par des prescriptions de limites spécialement développées ou par des niveaux spécifiés de dose requis pour la mise en œuvre et le déroulement d'une action.» (Art. 125)

«Le système de protection radiologique recommandé par la Commission en cas d'intervention est basé sur les principes généraux suivants:

a) L'intervention projetée doit apporter plus de bien que de mal, c'est à dire que la réduction des doses doit être suffisante pour justifier le mal et les coûts, coûts sociaux inclus, de l'intervention.

b) La forme, l'étendue et la durée de l'intervention doivent être optimisées afin que le bénéfice net de la réduction des doses, c'est à dire le bénéfice de la réduction des doses moins les coûts de l'intervention, doit être aussi grand qu'il est raisonnablement possible de le réaliser.

Les limites de dose ne s'appliquent pas dans le cas d'une intervention.» (Art. 113)

«Le coût d'une intervention ne se réduit pas au seul coût monétaire. Certaines actions de protection ou en vue de remédier à la situation peuvent impliquer des risques non radiologiques ou des impacts sociaux sérieux. Par exemple l'évacuation des gens pendant de courtes périodes n'est pas très coûteuse mais cela peut causer la séparation temporaire des membres d'une famille et une anxiété considérable peut en résulter. Une évacuation prolongée et un relogement permanent sont coûteux et ont parfois été hautement traumatisants.» (Art. 213)

«Il s'ensuit des paragraphes précédents qu'il n'est pas possible de définir des niveaux quantitatifs d'intervention pour des applications rigides en toutes circonstances.» (Art. 214)

Ainsi les contre-mesures en cas d'accident doivent tenir compte de critères qui sont bien loin de la protection de la santé des individus. Les critères socio-économiques deviennent prépondérants. La CIPR amorce l'idée d'une protection de la santé mentale: évacuer des gens risque de les traumatiser et il serait peut-être plus tranquillisant de les laisser sur des territoires contaminés, d'autant plus que ces traumatismes psychologiques pourraient conduire dans certains cas à des troubles sociaux particulièrement embarrassants.

Le détriment dû au rayonnement (décès par cancers etc.) est généralement traité d'une façon comptable. Dans la publication 40 de 1984 on peut voir (Art. 40) des diagrammes sur lesquels les experts ajoutent le coût des contre-mesures et le détriment. L'école primaire nous a appris qu'on n'a le droit d'ajouter que des éléments de même nature. Malheureusement on ne trouve aucune indication sur le coût d'un décès par cancer radioinduit ou d'un enfant gravement retardé mentalement.

ANNEXE 7
La CIPR et le prix de la vie

Le concept d'optimisation pour fixer les niveaux d'irradiation «acceptable», que ce soit en situation normale de fonctionnement ou en «situation non maîtrisable», implique que toutes les composantes de cette optimisation soient évaluées avec la même unité. On ne voit pas d'autre solution pour atteindre ce résultat que d'utiliser le coût monétaire, l'argent.

L'évaluation du coût que l'exploitant nucléaire devra payer pour réaliser un niveau de protection donné ne pose pas de problème. Par contre le coût des détriments dus aux irra-

diations implique de franchir quelques barrières morales.

La CIPR a donc été amenée à fixer un coût monétaire à l'homme-sievert. La Commission ne peut pas évaluer le prix de certains détriments tels que les retards mentaux graves chez les descendants ou le fardeau génétique qui affectera l'ensemble des générations à venir. Elle s'est donc bornée au prix de la vie ou de la mort d'un individu irradié.

En 1984 la CIPR préconisait de tenir compte des coûts économiques et sociaux pour optimiser les contre-mesures. Mais ce n'est qu'après Tchernobyl que les précisions sont apportées par la publication en 1993 du rapport CIPR 63 relatif aux «principes d'intervention pour la protection du public en cas d'urgence radiologique» (Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency)[1].

La CIPR ne peut pas exclure de son analyse certains aspects non quantifiables qui interviennent dans la prise de décision d'une contre-mesure: «Des facteurs politiques et plus largement des facteurs sociaux feront nécessairement partie des décisions à prendre à la suite d'une urgence radiologique» (CIPR 63, Art. 31). Parmi ces facteurs socio-politiques la crainte de troubles sociaux, de «turbulences sociales» comme on le dit pudiquement n'est jamais mentionnée. Pourtant, après Tchernobyl, les protestations et les manifestations de rue qui ont eu lieu en Biélorussie et en Ukraine, embarrassant l'autoritaire pouvoir central soviétique, n'ont certainement pas échappé à la vigilance des experts de la CIPR. Il paraît évident que la visibilité d'effets sanitaires à court terme (morbidité, cancers de la thyroïde etc.) pourrait déclencher ces turbulences qui seraient bien plus inquiétantes que les effets biologiques à long terme certainement bien plus graves mais détectables uniquement après des décennies d'études statistiques parfaitement maîtrisables et dont les conclusions ne pourront être tirées que lorsque tous les individus à qui on aura fait courir des risques seront morts[2].

Les gestionnaires politiques et les exploitants nucléaires consacrent des sommes importantes à des études sociologiques, psychologiques qui complètent les campagnes publicitaires. Comment s'y prendre pour faire accepter aux individus n'importe quel niveau de risque ? Il faut croire que ces dépenses sont jugées utiles.

Le prix de l'homme-sievert varie avec le niveau de développement du pays. Ainsi pour la CIPR l'homme-sievert vaut $ 100 000 pour un individu d'un pays développé riche alors que pour un individu d'un pays sous-développé la vie vaut 33 fois moins cher. La CIPR n'indique pas s'il faut tenir compte pour un pays donné de l'état social des individus: un pauvre d'un pays riche coûte-t-il aussi cher qu'un riche de ce pays et un riche d'un pays pauvre vaut-il autant qu'un riche d'un pays riche ?

Comme application pratique la Commission «optimise» les critères d'évacuation en cas d'accident (voir tableau ci-dessous).

La CIPR dans cette publication 63 définit les niveaux d'intervention. Pour chaque type de contre-mesure elle fixe une limite pour la dose

Type de pays	Coût d'une évacuation en $ par homme-mois c	Coût en $ de l'homme-sievert a	débit de dose «optimisé» acceptable (mSv/mois) c/a
Pays développé riche	500	100 000	5
Pays développé	200	20 000	10
Pays en voie de développement	40	3000	15

c: coût d'une évacuation avec relogement («réimplantation»).
a: coût de l'homme-sievert
c/a: débit de dose «optimisé» acceptable

évitée justifiant toujours une contre-mesure. En somme une limite à ne pas dépasser. Puis elle fixe une limite dix fois plus petite en dessous de laquelle la contre-mesure n'est jamais justifiée. Entre les deux limites on doit ou l'on ne doit pas intervenir, il faut «optimiser».

Bien évidemment les décideurs ne retiendront que cette limite obligatoire supérieure.

Ces niveaux d'intervention recommandés sont résumés dans le tableau qui suit:

Type d'intervention	Doses évitées justifiant presque toujours l'intervention (mSv)
Confinement	50
Administration d'iode stable	500 (dose à la thyroïde)
Evacuation (moins d'une semaine):	
• dose corps entier	500
• dose à la peau	5000 (5 Sv)
Evacuation et relogement «Réimplantation»	1000 (1 Sv =100 rem)

Il est apparent que le souci essentiel des experts de la Commission est d'éviter des effets déterministes graves qui pourraient apparaître pour des équivalents de dose effective de 1 Sv (100 rem) ou une dose à la peau de 5 Sv (500 rem). Ces effets apparaîtraient à court terme et seraient particulièrement traumatisants pour la population qui pourrait devenir «turbulente». Le maintien de l'ordre est officiellement reconnu dans les plans d'intervention comme la nécessité première dans la gestion des accidents graves.

NOTES

1. Annals of the ICRP, ICRP Publication 63, *Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency* (Adopté par la Commission en novembre 1992), Pergamon Press, 1993.
2. Roger BELBÉOCH, «Le risque nucleaire et la sante. La mort statistique», *Pratiques ou les Cahiers de la médecine utopique,* avril 1980.

ANNEXE 8
Les limites d'intervention pour la contamination de la nourriture en cas d'accident nucléaire

La publication CIPR 63[1] définit les limites de contamination de la nourriture pour une intervention toujours justifiée:

10 000 Bq/kg pour les émetteurs ß/γ
100 Bq/kg pour les émetteurs α

Des contaminations inférieures au 1/10e de ces limites ne justifieraient pas d'intervention sur la nourriture.

Il est intéressant de comparer ces limites à celles décidées par le Conseil des Communautés Européennes à la suite de Tchernobyl (tableau ci-dessous) et aux Limites alimentaires à respecter pour les accidents à venir: Règlement Euratom n° 2218/89 (18 juillet 1989) «modifiant le règlement (Euratom) n° 3954/87 fixant les niveaux maximaux admissibles pour les denrées alimentaires et

Dates	Produits laitiers (Bq/kg)	Fruits et légumes (Bq/kg)
6 mai 1986*	500	350
16 mai 1986	250	175
26 mai 1986	125	90
30 mai 1986** (pour Cs137 et Cs 134)	370	600

* Recommandation de la Commission du 6 mai 1986, «adressée aux Etats membres concernant la coordination des mesures nationales suite aux retombées radioactives provenant d'Union Soviétique».

** Règlement (CEE) n° 1707/86 du Conseil du 30 mai 1986 «relatif aux conditions d'importation de produits agricoles originaires des pays tiers à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Tchernobyl».

Contaminants	Aliments pour nourrissons	Produits laitiers	Autres	Eau
Isotopes de strontium, notamment 90	75	125	750	125
Isotopes d'iode, notamment 131	150	500	2000	500
Isotopes de plutonium et d'éléments transplutoniens à émission alpha, notamment Pu 239 et Am 241	1	20	80	20
Tout autre nucléide à période supérieure à 10 jours, Cs 134, 137	400	1000	1250	1000

les aliments pour bétail après un accident nucléaire ou tout autre situation radiologique d'urgence» (tableau ci-dessus).

On voit que ces limites sont bien en dessous des limites d'intervention toujours justifiées de la récente publication 63 de la CIPR. La plupart entrent dans la zone des interventions toujours non justifiées au sens de la CIPR.

La CIPR, ne faisant aucune différence dans ces recommandations entre les nourrissons et les adultes, admet pour les nourrissons des contaminations par le plutonium 100 fois plus élevées que celles recommandées par la CEE en 1989.

La CEE mettra-t-elle sa réglementation à jour pour s'aligner sur la CIPR?

NOTE

1. Annals of the ICRP, ICRP Publication 63, *Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency,* (Adopté par la Commission en novembre 1992). Pergamon Press, 1993.

ANNEXE 9
Quelques textes pour mieux connaître certains experts français de la CIPR

Jean-Claude Nénot: Adjoint au chef de service de la Protection Sanitaire (Commissariat à l'Energie Atomique), membre de la CIPR

Jacques Lafuma: chef du précédent, membre de la CIPR

Ces deux membres du CEA et de la CIPR cosignent un article dans la *Revue Générale Nucléaire,* n°3, mai-juin 1976 où l'on trouve:

«Si l'on était capable d'analyser les mécanismes en jeu et de donner, pour chaque individu, la valeur des différents temps de latence génétiques, on pourrait établir, par individu, un profil de risque et *sélectionner* les travailleurs soumis au risque carcinogène. Les implications sont suffisamment importantes pour que les expérimentations des prochaines années en cancérogénèse radioactive soient consacrées à l'étude de ces mécanismes.»

Avoir des individus insensibles au rayonnement et pouvoir les cloner, on imagine l'intérêt pour l'industrie nucléaire. Un effondrement de l'homme-sievert.

Ces deux «chercheurs» en radioprotection étaient sous la direction du Dr Jammet qui fut pendant plus de 30 ans membre de la CIPR. Mais il n'a pas pu dépasser le niveau de la vice-présidence. C'est donc lui qui orientait les recherches des deux collaborateurs mentionnés plus haut. Il est souvent intervenu dans les sphères du pouvoir pour signaler que les effets biologiques du rayonnement étaient un handicap inadmissible et qui pénalise cette bonne énergie. On doit donc le considérer comme l'initiateur des motivations de ses subordonnés les docteurs Nénot et Lafuma pour résoudre les problèmes de la radioprotection en sélectionnant des individus particulièrement résistants aux rayonnements comme les scorpions dont ils admiraient les défenses antiradiatives.

Le Pr Tubiana, éminence grise de la radioprotection en France, membre actif de l'Académie des Sciences, a été coopté à la CIPR de 1959 à 1962.

En 1958, juste avant sa nomination à la CIPR il fait partie d'un groupe d'experts de l'Organisation Mondiale de la Santé (quand on est éminent on se trouve un peu partout) qui publie un rapport sur les «Questions de santé mentale que pose l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques». Voici quelques extraits significatifs des préoccupations de ces experts de l'OMS: «Il peut même être dangereux de diffuser des faits tenus pour certains.» (page 42) Cela pourrait amplifier des «rumeurs». Mais si ces rumeurs concernent des «faits tenus pour certains» sont-ce encore de simples rumeurs ?

Les handicaps psychologiques de l'industrie nucléaire peuvent être supprimés: «C'est seulement avec l'être humain au stade de l'enfance et en employant des méthodes d'éducation très différentes de celles qui caractérisent la plupart des civilisations, qu'on pourra obtenir une modification à l'échelle de tout un peuple.» (page 44) Monsieur Tubiana et ses collègues de l'OMS avaient-ils en tête l'exemple des jeunesses hitlériennes ? On peut se le demander en lisant le compte-rendu du Colloque sur les implications psychosociologiques du développement de l'industrie nucléaire tenu à Paris du 13 au 15 janvier 1977. Dans son allocution, en conclusion du colloque, le Pr Tubiana met en avant «la nécessité pour les scientifiques de reconsidérer la façon dont est faite l'information. Il faut que nous cessions de voir celle-ci à travers un schéma simpliste et rationaliste mais l'acceptions telle qu'elle est.» Il avait précisé un peu avant qu'«il faudrait que jamais un scientifique ne favorise cette confusion entre l'exposé des faits et un jugement de valeur». En somme pour ce «scientifique» les jugements de valeur peuvent être prédominants par rapport aux faits. Sa stratégie est simple: «il faut que nous recherchions l'efficacité dans l'information du public au lieu de nous contenter d'une information éthérée et parfaitement satisfaisante mais inintelligible et inefficace». Et pour lui sa référence d'efficacité est clairement exprimée: «l'efficacité de M. Goebbels était redoutable». En somme, pour lui, la ligne de conduite est claire: secret, censure, mensonge, trucage et on comprend bien sa fascination pour l'efficacité nazie. C'est ce personnage passablement sulfureux qui fait la loi à l'Académie des Sciences, qui a participé aux travaux de la CIPR, qui a apporté sa contribution au Comité médical d'EDF (fonction rémunérée) qui a représenté la France au Conseil de Direction du Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) à Lyon et qui participe certainement à bien d'autres comités d'experts.

On s'étonne qu'avec un tel personnage sélectionné à la CIPR pour ses compétences, on ne trouve pas de recommandations de la Commission pour rendre «acceptables» les risques psychologiques de l'industrie nucléaire.

Le Pr Pellerin qui a eu en charge la radioprotection en France depuis 1963 et a fait partie de la CIPR de 1973 à 1992, se réfère au rapport de l'OMS précédemment cité dans un article des Annales des Mines de janvier 1994: «Ce rapport appelait l'attention sur certains aspects du développement de l'énergie nucléaire et notamment sur l'opportunité

- de ne pas développer de façon excessive les mesures de sécurité dans les installations nucléaires afin qu'elles ne provoquent pas une anxiété injustifiée,
- de convaincre les autorités qu'il n'entre pas dans le rôle des savants de prononcer des jugements de caractère psychologique ou moral sur des problèmes scientifiques.»

C'est un véritable appel aux autorités de l'Etat à museler les scientifiques pour qu'ils ne participent pas aux débats sur les problèmes sociaux posés par le développement scientifique et industriel. Il aurait pu donner en référence le pouvoir soviétique qui a su contraindre les scientifiques au silence.

ANNEXE 10
De l'admissibilité biologique à l'acceptabilité financière

La CIPR a toujours recommandé ses limites de dose de rayonnement en se fondant sur des principes justificatifs.

A l'origine, le seul détriment radiologique reconnu consistait en des effets, comme les radiodermites, que plus tard on a appelé effets déterministes et qui apparaissent assez vite après l'irradiation. Une multiplication de ces effets chez les utilisateurs aurait rapidement condamné l'industrie du rayonnement et il fallait les éviter. La limite de dose recommandée par la CIPR était donc une limite de débit de dose admissible, ce terme devant être interprété comme biologiquement admissible. Tout débit de dose inférieur à cette limite était considéré comme totalement, biologiquement admissible.

Au fil des ans des phénomènes biologiques à plus long terme durent être pris en compte par la CIPR. L'admissibilité biologique se transforma progressivement en une admissibilité sociale mais la signification réelle de ce concept ne fut pas précisée et la notion d'admissibilité est restée floue dans les publications de la CIPR.

En 1965 le niveau acceptable apparaît pour la première fois dans la publication 9, mais seulement dans l'introduction, sans explication de ce nouveau concept. La suite de la publication reprend l'ancienne notion d'admissibilité mais il devient clair que l'admissibilité du risque est désormais de nature fondamentalement sociale et non plus uniquement biologique.

Ce n'est qu'en 1977 (CIPR 26) que la notion d'acceptabilité du risque du rayonnement est définie «rationnellement». L'acceptabilité sociale des risques de l'industrie nucléaire doit être définie de telle façon que cela n'exige pas l'intervention des personnes qui devront subir ces risques. Une définition «scientifique» du risque acceptable permettait de préserver la démocratie sans que les citoyens concernés aient à donner leur avis. Cette définition rationnelle du risque acceptable était lourde de conséquences car elle faisait référence à ce que les gens du commun acceptent sans problème (dans leur vie professionnelle ou leur vie quotidienne). Si ces risques de référence venaient à diminuer (par exemple par amélioration des conditions de travail) ou bien si le facteur de risque du rayonnement venait à augmenter, alors, automatiquement les limites de dose acceptables devaient être diminuées.

C'est ce qui est arrivé assez rapidement après 1977. En 1990 la CIPR abandonne alors toute justification rationnelle de l'acceptabilité du risque du rayonnement. Elle va même jusqu'à déclarer qu'il n'est pas possible de fonder rationnellement les limites de dose sur la seule base de concepts scientifiques (biologiques). Les critères socio-économiques doivent être prépondérants pour juger de l'équilibre entre les risques et les bénéfices, mais aucun critère précis n'est avancé pour encadrer ces préoccupations financières.

L'histoire du passage de l'admissibilité biologique à l'acceptabilité sociale, puis à l'acceptabilité socio-économique pour aboutir finalement à l'acceptabilité financière, résume assez bien l'évolution de la CIPR.

ANNEXE 11
Pourquoi la CIPR ?

L'existence de cette Commission d'experts internationaux est assez étrange. Elle a manifestement eu, pour motivation première, la protection de l'industrie du rayonnement puis du nucléaire pour en permettre le développement. La fixation de limites de dose pour les travailleurs et la population aurait pu se faire sans le luxe de textes justificatifs que peu de gens lisent. Les Etats, quand ils suivent les recommandations de la CIPR pour établir leur réglementation administrative, ne retiennent que quelques valeurs numériques et éva-

cuent les boniments. Quant aux experts de la CIPR, avant de publier leurs recommandations ils prennent l'avis de leurs collègues appartenant à des comités d'experts des Etats (experts de la CIPR et experts des Etats sont d'ailleurs, pour la plupart, souvent les mêmes).

En somme, la CIPR pouvait se concevoir comme un relais justificateur entre les experts délégués par les Etats et les Etats eux-mêmes, et elle n'aurait eu alors qu'un rôle subjectif, idéologique. Mais pour cela il aurait fallu que ses textes soient exploités par les médias chargés de la propagation de l'idéologie, ce qui n'a pas été le cas, les médias comme les Etats ignorent superbement les efforts littéraires de la CIPR. Quant aux promoteurs et aux gestionnaires de l'industrie nucléaire, eux non plus n'utilisent pas les textes de la CIPR pour justifier leurs décisions.

C'est peut-être parce que ces experts de la CIPR fonctionnent dans le vide, on dit maintenant le virtuel, qu'ils ressentent le besoin de tous ces textes de plus en plus longs, de moins en moins lus, pour justifier vis-à-vis d'eux-mêmes leur propre inutilité.

ANNEXE 12
Qui finance la CIPR ?

La CIPR est un organisme indépendant des Etats. Ses membres sont cooptés sur des critères de compétence médicale ou scientifique. Ils ne représentent donc pas les intérêts de leur pays.

Ces experts se réunissent souvent, ils viennent de très loin à ces réunions. Qui finance ces voyages, ces séjours pour les congrès ? Qui organise ces congrès, qui rédige les rapports, qui effectue les études nécessaires pour ces rapports ? (Si la CIPR est indépendante, ses rapports, ses études ne peuvent provenir d'organismes financés par les Etats).

Les cooptés qui tous ont un emploi ne peuvent faire ces études, paufiner ces rapports sans nuire à leur travail. Et les simulations mathématiques sur quels ordinateurs sont-elles faites ?

Le fonctionnement de la CIPR (voyages, permanents, publications, études etc.) doit coûter de l'argent. Et certainement pas des sommes ridiculement faibles. La question qui ne semble pas avoir été posée est: qui finance la CIPR? Et dans notre société nous savons que ceux qui financent ont le contrôle et le pouvoir.

Membres de la commission principale de la CIPR de 1993 à 1997

Présidence: Pr. R.H. Clarke, directeur du National Radiological Protection Board, (office national de radioprotection du Royaume-Uni).
C. B. Meinhold, National Council on Radiation Protection and Measurements, USA (un des responsables officiels de la radioprotection américaine).

D. Beninson (Argentine)
H. J. Dunster (Royaume-Uni)
I. A. Ilyn (Russie)
W. Jacobi (Allemagne)
H. P. Jammet (France) (responsable de haut niveau au Commissariat à l'énergie atomique)
A. Kaul (Allemagne)
D. Li (Chine)
H. Matsudaira (Japon)
F. Mettler (USA)

Accidents nucléaires et droit international: remarques sur les trois Conventions de Vienne de 1986 et 1994

Catherine-Zoï VARFIS

I. INTRODUCTION[1]

Le concept du «risque» se trouve au cœur de la vie humaine. Dans le vocabulaire quotidien, le mot est utilisé pour indiquer «un danger éventuel, plus ou moins prévisible»[2] ou «le fait de s'exposer à un danger (dans l'espoir d'obtenir un avantage)»[3]. Il nous semble que la notion du risque comprend deux éléments constitutifs. D'une part, le risque présuppose l'*existence d'un danger* «objectif», donc, d'un événement qui produit des effets négatifs, *i.e.* un dommage, une perte etc. D'autre part, l'*exposition* à ce danger est requise. Par conséquent, plus le degré d'exposition est grand, plus le risque devient considérable.

Dans un vocabulaire plus technique, lié au domaine de l'évaluation du risque, un autre élément entre en jeu, celui de la *magnitude* des conséquences du danger[4]. Il est évident que la notion d'incertitude se trouve au centre de l'évaluation du risque. L'incertitude peut concerner la probabilité qu'un accident se passe ou les causes de ce dernier (quand/comment); elle peut aussi se référer au manque d'informations sur les conséquences de l'accident (quoi).

Le concept du risque devient plus difficile à cerner quand on prend en compte les *perceptions* que le public, les médias, les décideurs forment sur le sujet en question. Il devient évident que les différents concepts du risque ne sont pas des descriptions neutres des procédés naturels, mais constituent des moyens d'interprétation de notre relation avec le monde, moyens conditionnés par des variables culturelles et politiques[5].

Quelle est alors la position et/ou la fonction du droit face à ces considérations ? Le concept du risque acquiert une pertinence pour le droit quand il implique un choix à faire entre deux ou plusieurs possibilités[6]. Par définition, cette action de choisir demande une pondération des différents éléments en jeu. La magnitude et la nature des conséquences d'un accident dans une centrale nucléaire, par exemple, la probabilité de survenance d' un accident, devraient être pondérés contre les avantages tirés du fonctionnement de la centrale (par exemple, diminution des émissions de CO_2, non dépendance des énergies fossiles, etc.)

Le rôle du droit dans ce contexte est celui de régulateur/organisateur. Le droit organise les concepts que les décideurs doivent prendre en compte, établit des canaux de communication entre la science et le pouvoir politique, accorde la possibilité aux victimes d'un accident de se voir indemniser[7]. Généralement parlant, le législateur a quatre options: (1) interdire complètement l'activité en question; (2) intervenir pour modifier le risque, (3) ne rien faire du tout, et (4) adopter une politique d'information du public sur les dangers liés à l'utilisation de la technologie en question[8].

Ces options sont aussi plus ou moins présentes en droit international. Cependant, la nature décentralisée de ce dernier rend la régulation des activités plus difficile. D'autant plus que la détermination du contenu du risque, ainsi que celle du niveau de tolérance de la société face à celui-ci, peuvent varier considérablement entre les différents Etats. Par conséquent, la difficulté additionnelle au niveau international est d'arriver à forger un consensus sur ce qui constitue le risque, ses conséquences et les mesures les plus appropriées à prendre[9].

II. LA SPÉCIFICITÉ DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

L'énergie nucléaire est par définition une activité à risque, complexe à réglementer. Sa complexité résulte de la synergie des facteurs suivants:

1. La nature même de la radioactivité

Tout d'abord, la radioactivité présente la particularité d'opérer sur une échelle de temps hors de toute perception humaine. La demi-vie des différents radionucléides varie énormement, allant de huit jours pour l'Iode 131 (I_{131}) à 24 400 ans pour le Plutonium 239 (Pu_{239}). Vus sous cet angle, les effets d'un accident sont justement perçus comme irreversibles.

2. La diversité des acteurs impliqués dans la négociation d'un régime juridique

La négociation portant sur la régulation de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire implique différents interlocuteurs: des représentants du pouvoir politique, des membres de la communauté scientifique, des membres des associations de la société civile, des représentants de l'industrie nucléaire, et des représentants d'organisations internationales. Même si certains de ces acteurs ne sont pas présents (faute de légitimation) aux négociations internationales, ils participent néanmoins sinon au débat national du moins au débat dans la communauté scientifique qui, à son tour, influence le débat international.

3. Les différents enjeux de la négociation

Un débat sur l'énergie nucléaire concerne plusieurs domaines de l'activité humaine. Le secteur de la production de l'énergie en est un. Les répercussions sur l'économie nationale du pays en est un autre. Il faudrait encore mentionner les aspects liés à la santé publique, la sécurité nationale, ou la protection des travailleurs. Finalement, les perceptions extrêmement variées que les différents acteurs ont du nucléaire, la force de celles-ci, mais aussi la réticence étatique de provoquer un débat sur le nucléaire deviennent un test adéquat pour vérifier le fonctionnement démocratique du pays.

En ce qui concerne le droit international plus particulièrement, des facteurs supplémentaires compliquent la négociation d'un régime juridique réglementant l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire.

Premièrement, le niveau de connaissances et les matériaux nécessaires pour produire de l'énergie nucléaire sont pratiquement identiques à ceux liés à la production des armes nucléaires. Donc, un double problème existe. D'une part il est essentiel d'avoir un mécanisme de vérification efficace pour veiller à ce que la technologie appliquée ou le combustible acheté pour produire de l'énergie ne soient pas utilisés pour la production d'armes. D'autre part, le choix du mécanisme adéquat est très fortement influencé par la réticence étatique à reconnaître qu'une organisation tierce (p. ex. une organisation internationale) puisse s'immiscer dans les domaines sensibles touchant à la sécurité nationale[10].

Deuxièmement, le risque encouru est particulièrement grave et les dommages sont sou-

vent d'une ampleur considérable. Par ailleurs, il n'est pas toujours facile d'identifier la cause exacte d'un accident et donc, d'en attribuer les responsabilités. Additionnellement, établir le lien de causalité entre l'accident et le dommage n'est pas évident.

Troisièmement, il faut en outre préciser qu'à l'heure actuelle, le régime existant ne s'occupe que des accidents et ignore les rejets de radioactivité résultant de l'opération normale du réacteur. Ces rejets sont estimés trop faibles pour constituer un véritable risque à la vie et la santé humaine, ainsi qu'à l'environnement. Cependant, cette approche ne prend pas en considération ni la reconcentration trophique des effluents radioactifs, ni les effets cumulatifs possibles desdits effluents.

Les Etats ont voulu garder la responsabilité première dans le domaine de l'énergie nucléaire. Cette résistance à tout effort d'internationalisation de la régulation est la pierre angulaire du régime actuel. Tant que les Etats persistent dans cette attitude, il sera particulièrement difficile, voire impossible d'avoir un régime efficace. La diversité de la technologie utilisée pour construire les différents types de réacteurs nucléaires n'est pas vraiment un obstacle à la négociation d'un régime, contrairement à ce que suggèrent les partisants de la non-réglementation. La plupart des réacteurs actuellement en usage sont des PWR ou des BWR[11].

III. LE DROIT INTERNATIONAL AVANT L'ACCIDENT DE TCHERNOBYL

Jusqu'à 1986, les instruments existant réglementaient la responsabilité civile de l'exploitant de la centrale et imposaient à l'Etat la responsabilité de servir de garant, et de compléter les sommes d'indemnisation quand cette dernière dépassait les plafonds fixés par les conventions. Par conséquent, ces instruments adoptaient une approche de *réponse* à l'événement. La plupart des conventions avaient été adoptées dans les années 1960, époque de confiance totale dans les effets bénéfiques à tirer de l'énergie nucléaire. La crise pétrolière des années 1970 est venue corroborer cette attitude. En mettant l'accent sur l'effet «libérateur» du nucléaire face aux autres énergies fossiles, elle en a prôné l'utilisation répandue.

L'accident de Tchernobyl a boulversé les croyances derrière cette approche[12]. Le concept d'*information* devient un élément central du discours politique après l'accident. L'accentuation de l'importance qui lui est dorénavant accordée a été plus ou moins le résultat de l'attitude de l'URSS au moment de l'accident. Sa réticence à communiquer des données relatives à l'accident, voir même à admettre sa survenance, a été lourdement critiquée.

Cependant, quand on parle d'information, il faut dès l'abord distinguer entre deux cas de figure différents:

- l'obligation d'information[13] pendant le fonctionnement normal de la centrale;
- l'obligation de notification et d'information en cas d'accident.

D'après le droit international d'avant Tchernobyl, la première ne pouvait se fonder que sur le principe coutumier de bon voisinage; elle fait donc partie de l'obligation de diligence due aux circonstances. Encore, il s'agit là d'une obligation particulièrement vague et imprécise, dont l'interprétation est laissée – avec une grande marge de discrétion – à l'Etat concerné. Le problème majeur est que les activités visées en l'espèce, *i.e.* l'installation et le fonctionnement de centrales nucléaires, se déroulent à l'intérieur du territoire de l'Etat. Pour pouvoir invoquer l'application du principe de diligence, il faut prouver les effets transfrontaliers de l'activité. Si la démonstration est – malheureusement – plus aisée dans le cas d'un accident, elle est beaucoup plus difficile pendant le fonctionnement normal. Le seuil de gravité des émissions

radioactives ou le lien de causalité entre l'activité et les effets dommageables posent des problèmes évidents au niveau de la preuve. De plus, les obligations procédurales en droit nucléaire (notification, négociation, consultation) sont interprétées très strictement et ne s'appliquent que dans le cas de centrales se situant près des frontières[14].

Le rattachement à la règle de diligence devient beaucoup plus précis en cas d'accident réel, où le danger se réalise lui aussi. Le principe de la non-utilisation dommageable du territoire d'un Etat («*sic utere tuo ut alienum non laedas*») est étayé par une jurisprudence internationale, éparse peut être, mais incontestable quant à sa portée[15]. Ce même principe constitue une des bases conceptuelles du Droit international de l'environnement[16].

Ce qui précède correspond à des règles de droit coutumier. Donc, les obligations que ces dernières imposent sont – nous l'avons dit – générales et vagues. Au niveau du droit conventionnel, à part des conventions sur la responsabilité civile, il n'existait pas d'autres instruments imposant une obligation plus précise d'information. Le seul texte existant qui pouvait éventuellement servir comme point de référence était la Convention de Genève sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance de 1979[17]. Cependant, elle aussi ne prévoit rien de plus qu'une obligation de base générale[18].

Le contenu de la commémoration du dixième anniversaire de la catastrophe en 1996 a mis en évidence les problèmes liés à l'évaluation complète des conséquences d'un accident nucléaire. Plusieurs dossiers scientifiques ont été publiés[19], plusieurs reportages sur les chaînes de télévisions ont été réalisés et un nombre impressionant de colloques ont été organisés sur le sujet[20]. Malgré les différentes approches adoptées, un point a fait l'unanimité: il n'est pas possible d'établir un bilan définitif de la catastrophe faute de données exactes ou tout simplement de liens de causalité bien établis entre l'événement et ce qui lui est attribué.

Ainsi, il devient primordial de prévenir les accidents, plutôt que de devoir gérer leurs conséquences.

La prévention, en tant que concept-clef, impose quatre éléments essentiels. (i) Des canaux ouverts d'information, y compris une obligation de notification. (ii) Une obligation d'assistance. (iii) L'adoption de normes techniques garantissant le plus haut niveau de sûreté. (iv) Un substratum de coopération internationale continue.

Le régime actuel[21] (*i.e.* post-Tchernobyl) applicable à l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire concerne essentiellement trois domaines: les problèmes liés à la responsabilité et la compensation du dommage nucléaire[22], la notification et assistance en cas d'accident ou d'urgence radiologique et la sûreté nucléaire. Des conventions ou des textes intenationaux réglementent d'autres aspects du problème[23]. Cependant, les trois domaines susmentionés sont les plus directement liés à la prévention et la gestion des accidents nucléaires.

Le régime conventionnel de sûreté nucléaire[24] post-Tchernobyl s'est établi en deux étapes et comprend trois conventions. Immédiatement après l'accident, les deux conventions de Vienne, la première sur la notification rapide d'un accident nucléaire et la deuxième sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique, sont adoptées. Les deux conventions ont été saluées comme un exploit de la négociation internationale. En effet, en l'espace de six mois, les deux conventions ont été signées, ratifiées et mises en vigueur. En 1994, le régime s'est élargi, avec l'adoption de la convention sur la sûreté nucléaire, qui établit les «principes fondamentaux de sûreté pour les installations nucléaires».

Ce régime est complété par des accords bilatéraux et régionaux entre Etats. Au niveau européen, un système de surveillance est mis sur pied, d'après le traité Euratom[25]. Des données sur les niveaux de radioactivité sont collectées par les Etats qui sont sous

l'obligation de les communiquer à l'Institut environnemental à Ispra (Italie), qui fait partie de l'Institut de recherche commune, fondé par la Commission européenne. Des cartes de contamination sont produites[26] et des directives ou règlements fixant des niveaux de radioactivité pour les denrées alimentaires sont adoptés.

IV. LA CONVENTION SUR LA NOTIFICATION RAPIDE D'UN ACCIDENT NUCLÉAIRE

La Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire (Convention sur la notification) a été adoptée par la Conférence générale de l'AIEA à sa session extraordinaire (24-26 septembre 1986) et a été ouverte à la signature à Vienne le 26 septembre 1986 et à New York le 6 octobre 1986. Elle est entrée en vigeur le 27 octobre 1986. En mai 1997, le nombre des Etats Parties à la Convention s'élevait à 78.

Les obligations principales des Etats sont énoncées dans les articles 1 à 3. La Convention concerne les accidents nucléaires qui entraînent ou risquent d'entraîner un rejet de matières radioactives, et qui ont ou peuvent avoir pour conséquence un rejet transfrontière international susceptible d'avoir de l'importance du point de vue de la sûreté radiologique pour un autre Etat[27]. Suite à l'accident, l'Etat dans le territoire ou sous le contrôle duquel l'accident est arrivé, est tenu de notifier sans délai, directement ou par l'entremise de l'AIEA les Etats qui pourraient être physiquement touchés. Il doit leur communiquer la survenance de l'accident, sa nature, le moment où il s'est produit, ainsi que la localisation exacte de l'accident[28]. Il doit aussi fournir toutes les information disponibles afin de limiter au maximum les conséquences radiologiques à l'intérieur de ces Etats[29]. L'AIEA fait aussi partie des destinataires de l'information et joue le rôle de l'intermédiaire pour faciliter le flux de cette dernière. Les installations et activités qui sont visées par la convention sont énumérées dans l'article 1 para. 2. Sont exclues du champ d'application, les activités ayant lieu dans des installations militaires. Cependant, les Etats ne sont pas empêchés de communiquer des informations sur des accidents autres que ceux énumérés dans l'article premier[30]. Ainsi, les cinq Etats nucléaires ont annoncé leur intention de notifier des types d'accidents autres que ceux prévus dans la convention[31].

Deux problèmes ont été au cœur de la négociation. Le premier était de savoir si la Convention devait s'appliquer aux activités militaires. Ce point a été résolu comme on l'a mentionné *supra* par l'incorporation de l'article 3, qui donne la possibilité aux Etats qui le veulent de notifier d'autres accidents que ceux initialement prévus dans l'article premier. Le deuxième problème était de décider s'il fallait établir des critères objectifs pour déterminer ce que signifie le concept de sûreté radiologique et – par conséquent – l'activation de l'obligation de notifier. Les Etats nucléaires voulaient restreindre l'obligation de notifier dans les cas de rejet de matières radioactives et laisser à l' Etat source de l'accident décider si ce rejet pourrait avoir des effets transfrontières pour les Etats avoisinants. Les Etats non nucléaires étaient – au contraire – plutôt favorables à une approche plus large nécessitant l'élaboration de normes techniques internationales[32]. La solution donnée par la Convention accorde à l'Etat source la compétence de décider la gravité de l'accident. Cette approche est très peu satisfaisante du point de vue de la sûreté globale et de la prévention des effets plus étendus de l'accident.

Il est à noter que la Convention, contrairement aux conventions sur la responsabilité civile pour dommage nucléaire, ne donne pas de définition du terme «accident». Elle se concentre, plutôt, sur les *effets* produits par l'événement, i.e. les rejets de radioactivité.

Un autre aspect important de la Convention est celui qui concerne la nature de l'infor-

mation à donner. L'Etat de l'installation fournit aux autres Etats et à l'AIEA toutes les informations *disponibles pertinentes pour limiter le plus possible les conséquences radiologiques* dans ces Etats[33]. Cette phrase, ainsi que le fait que la Convention laisse finalement aux Etats de l'installation décider si l'ampleur de l'accident justifie sa notification, constitue une faiblesse considérable du système. Deux des éléments essentiels pour la bonne application de la Convention, c'est-à-dire, le seuil de gravité et la pertinence de l'information pour mitiger les effets de l'accidents sont laissés à la discretion de l'Etat de l'installation. Si on se souvient de l'attitude de l'Union Soviétique face à l'accident de Tchernobyl[34], l'insuffisance de cette formule conventionnelle est plus qu'évidente.

Les informations qui doivent être données, comprennent le moment et la localisation exacte de l'accident, sa nature, la cause supposée ou connue de l'accident et son évolution prévisible, les caractéristiques générales du rejet des matières radioactives, y compris la nature, la forme physique et chimique probable et la quantité, la composition et la hauteur effective du rejet, les informations sur les conditions météologiques et hydrologiques du moment et prévues, les résultats de la surveillance de l'environnement en ce qui concerne le rejet transfrontière des matières radioactives, les mesures de protection prises ou projetées hors du site et le comportement prévu dans le temps du rejet de matières radioactives.

Les Etats Parties à la Convention entreprennent de nommer des points de contacts responsables pour fournir et recevoir les informations. Cependant, la Convention n'institue pas d'obligation de créer des réseaux de communication entre les différentes parties. Ainsi, la tâche de l'observation continue des rejets de radioactivité devient très difficile, en tout cas dans la situation où les Etats en question n'ont pas le savoir technologique nécessaire. Ceci dit, la Convention sur la notification ne fait que poser un cadre très général des obligations et sert de texte de référence pour inciter les Etats à conclure des accords bilatéraux ou régionaux[35]. La Convention n'affecte pas les droits et obligations réciproques des Etats Parties en vertu d'accords internationaux existants relatifs aux questions couvertes par celle-ci, ou en vertu d'accords internationaux futurs conclus conformement à l'objet et au but de la Convention[36].

Le réglement des différends est un autre domaine qui a suscité des discussions et des désaccords. La convention prévoit une obligation générale de réglement pacifique des différends par négociation ou tout autre moyen jugé opportun, mais prévoit aussi qu'en cas d'impossibilité d'arriver à une solution acceptable par toutes les Parties au différend, ce dernier est soumis à une procédure d'arbitrage ou à la Cour internationale de justice[37]. Cette disposition offre néanmoins la possibilité de formuler une réserve[38], c'est-à-dire, ne pas se lier par le texte en question.

V. LA CONVENTION SUR L'ASSISTANCE EN CAS D'ACCIDENT NUCLÉAIRE OU DE SITUATION D'URGENCE RADIOLOGIQUE

La Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique (Convention sur l'assistance) a été adoptée par la Conférence générale de l'AIEA à sa session extraordinaire (24-26 septembre 1986) et a été ouverte à la signature à Vienne le 26 septembre 1986 et à New York le 6 octobre 1986. Elle est entrée en vigeur le 26 février 1987. En mai 1997, le nombre des Etats Parties à la Convention s'élevait à 74.

La Convention établit un cadre législatif pour la coopération entre Etats et entre Etats et l'AIEA afin de faciliter l'assistance rapide dans le cas d'un accident nucléaire dans le but de limiter le plus possible les conséquences d'un accident. La possibilité pour les Etats Parties de conclure des accords bilatéraux ou

multilatéraux pour prévenir ou limiter les préjudices corporels ou dommages matériaux est prévue à l'article 1 para. 2. De même, l'AIEA devient le point focal de l'organisation de l'assistance et a comme rôle de promouvoir, faciliter et appuyer la coopération entre les Etats Parties[39].

La souveraineté étatique reste dans ce cas aussi la pierre angulaire du régime. La crainte de la part de certains Etats que des dispositions sur l'assistance pourraient être utilisées pour faciliter une ingérence dans leurs affaires internes a lourdement influencé le contenu de la convention. Ainsi, il n'y a ni obligation de fournir de l'assistance, ni obligation de l'accepter. La seule obligation est pour l'Etat partie qui reçoit une demande d'assistance de répondre dans les plus brefs délais s'il est en mesure de fournir l'assistance requise[40].

Les différents Etats communiquent à l'AIEA les experts, le matériel et les matériaux qui pourraient être mis à disposition pour la fourniture d'une assistance à d'autres Etats parties en cas d'accident nucléaire, ainsi que les conditions dans lesquelles cette assistance pourrait être fournie[41]. L'assistance requise comprend tant la fourniture de matériaux que, p. ex., le déplacement et accueil de personnes qui seraient autrement touchées par l'accident ou l'urgence radiologiques.

Le rôle de l'AIEA est beaucoup plus important dans le cadre de la Convention sur l'assistance que dans celui de la Convention sur la Notification. En effet, dans cette dernière, nous l'avons vu, l'AIEA n'a que des responsabilités très limitées de faciliter le flux de l'information. La Convention sur l'assistance place l'AIEA au centre et lui donne le rôle d'organisation principalement chargée de la bonne mise en œuvre de la convention. Ainsi, l'Agence peut mettre directement à la disposition de l'Etat requérant l'assistance toutes les ressources appropriées allouées à cette fin. Elle doit aussi transmettre aussi rapidement que possible la demande à d'autres Etats ou organisations internationales qui peuvent procurer l'assistance demandée. Finalement, elle peut – à la demande de l'Etat requérant l'assistance – coordonner au niveau international l'assistance disponible[42].

Dans l'organisation de l'opération de l'assistance, l'Etat demandeur a la responsabilité principale pour la direction, le contrôle, la coordination et la supervision d'ensemble de l'assistance. La Partie qui fournit l'assistance communique à l'Etat demandeur la personne qui garde la responsabilité directe et la supervision opérationnelle directe du personnel et du matériel qu'elle fournit. La personne qui exerce la supervision, le fait tout en étant en étroite collaboration avec les autorités de l'Etat qui reçoit l'assistance[43].

Les autres problèmes à régler sont ceux qui ont trait au remboursement des frais encourus et – surtout – aux privilèges et immunités accordés aux Etats qui fournissent l'assistance. Ainsi, le personnel agissant pour le compte de l'Etat qui assiste bénéficie de tous les privilèges et immunités nécessaires pour qu'il puisse accomplir sa mission pour le mieux. Ceux-ci incluent l'immunité d'arrestation, de détention et de juridiction y compris la juridiction pénale, civile et administrative de l'Etat qui requiert l'assistance, pour les actes ou omissions dans l'exercice de leurs fonctions; l'exemption d'impôts, de droits ou d'autres taxes, à l'exception de ceux qui sont normalement compris dans le prix de marchandises ou acquittés pour des services rendus, en ce qui concerne l'accomplissement de ces fonctions d'assistance. Aussi, ils bénéficient de l'exemption d'impôts sur le matériel importé aux fins de l'assistance, ainsi que de l'immunité de saisie, de saisie-arrêt ou de réquisition de ce matériel et de ces biens[44]. Cependant, les Etats peuvent formuler des reserves à cette disposition.

L'étendue de la protection accordée à la Partie qui fournit l'assistance est manifeste, si on se réfère à l'article 10, intitulé «Actions judiciaires et réparations». L'article couvre deux cas: d'une part, le cas où la Partie fournissant l'assistance fait l'objet d'une poursuite judiciaire par des tiers (l'Etat qui reçoît l'as-

sistance *a priori* n'engage aucune poursuite)[45]; d'autre part, le cas où la Partie fournissant l'assistance a subis des pertes et des dommages matériels ou quand des membres de son personnel subissent de décès ou des blessures[46].

L'Etat qui reçoit l'assistance est tenu d'indemniser l'Etat qui fournit l'assistance pour toute perte ou dommage subis, sauf s'il s'agit d'une faute intentionnelle de la part du personnel étranger.

VI. LA CONVENTION DE VIENNE SUR LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

La Convention de Vienne sur la sûreté nucléaire a été adoptée le 17 juin 1994 à Vienne. Elle est entrée en vigueur le 24 octobre 1996 et en octobre 1997 le nombre des Etats Parties s'élevait à 41. Il s'agit du premier instrument conventionnel portant sur ce sujet.

L'adoption de la Convention conclut une série de négociations qui avaient commencé en septembre 1991 avec la conférence internationale organisée par l'AIEA sur la «sûreté nucléaire: stratégie pour l'avenir»[47].

La plus grande partie de ses dispositions reflète les normes techniques de sûreté figurant dans les *Safety Fundamentals* de l'AIEA datant de 1993[48]. Cependant, le language utilisé reste vague, la convention n'étant perçue que comme un instrument d'«incitation»[49]. En effet, l'idée des rédacteurs était d'arriver à une convention-cadre qui inciterait les Etats Parties à renforcer progressivement leurs mesures de sûreté, ainsi qu'à négocier petit-à-petit des protocoles concrétisant les obligations énoncées de manière générale dans la convention-même[50].

Les Etats doivent adopter des lois et réglements permettant la mise en œuvre de la convention[51]. Toutes les mesures prises dans l'exécution des obligations prévues par la convention, doivent être soumises à l'AIEA sous forme de rapports[52].

Une disposition particulièrement importante – surtout pour les pays de l'Europe de l'est, mais pas seulement – est celle de l'article 6 qui traite des installations existantes. Les Etats doivent examiner la sûreté de ces installations aussitôt que possible, et doivent même en planifier l'arrêt définitif, si des améliorations ne sont plus possibles. Cependant, pour l'échéancier de l'arrêt, l'Etat en question peut tenir compte «de l'ensemble du contexte énergétique et des solutions de remplacement possibles, ainsi que des conséquences sociales, environnementales, et économiques».

Les Parties créent ou désignent des organismes de réglementation qui seront compétents pour mettre en œuvre les mesures nationales[53]. Les fonctions et pouvoirs de ces organismes doivent être complètement séparés de ceux de tout autre organisme qui a comme mission la promotion de l'énergie atomique[54]. Cette séparation des compétences est effectivement essentielle pour assurer la crédibilité des mesures prises. Il suffit de mentionner qu'une des critiques les plus fréquentes adressées à l'AIEA même est justement qu'elle doit réglementer et contrôler une activité qu'elle doit en même temps promouvoir.

D'autres dispositions importantes de la Convention traitent des évaluations de sûrêté avant la construction et la mise en service d'une installation, mais aussi pour la durée de sa vie[55].

Les Parties contractantes sont obligées de prescrire des mesures nationales de radioprotection pour assurer que le public et les travailleurs ne soient pas exposés à des doses dépassant «les limites des doses prescrites au niveau national»[56]. Des plans pour les cas d'urgence doivent être élaborés par les Etats Parties; cette obligation concerne même ceux des Etats qui n'ont pas d'installations nucléaires sur leur territoire, mais qui peuvent être affectés par un accident ou une urgence radiologiques[57].

Une importante innovation pour les Conventions de droit nucléaire est l'institution d'un examen par des pairs[58]. L' intervalle entre

les examens ne doit pas dépasser les trois ans. La Convention reprend ici un modèle d'examen périodique de la mise en œuvre d'un texte qui est bien établi dans les conventions de droit international de l'environnement. Cependant, il est peu probable que les réunions se tiendront plus souvent que tous les trois ans, principalement pour des questions de limitation des coûts. Dans un domaine tel que celui de la sûreté nucléaire, trois ans est un lapse de temps assez considérable, qui pourrait affaiblir l'impact de cette institution importante.

En somme, la Convention est manifestement le produit de compromis majeurs entre les grands Etats nucléaires et les autres. La responsabilité primaire pour veiller sur la sûreté des installations reste une affaite étatique. Cette attitude a comme conséquence immédiate le choix de ne pas rattacher le contenu de la convention à des règles techniques et détaillées, mais plutôt de faire référence à des principes généraux. Quand on arrive aux questions épineuses et très importantes comme les installations existantes ou les évaluations de sûreté, il aurait été préférable d'avoir opté pour un instrument qui tranche de manière beaucoup plus décisive.

La procédure du contrôle de la mise en œuvre est – pour le moins – bénine. Les rédacteurs du texte n'ont pas voulu rattacher des conséquences significatives aux Etats qui ne se conformeraient pas ou pas totalement avec le contenu de la Convention. De la même façon, les dispositions concernant le réglement des différends ne prévoient qu'une vague obligation de consultation entre les parties[59].

Il est certainement décevant qu'une convention sur un sujet particulièrment important n'a pas su prendre en compte les développements récents ayant lieu au sein du droit international de l'environnement. D'où le besoin de recourir à ce dernier, afin de créer un réseau solide de normes qui se complètent entre elles.

D'une part l'utilisation des études d'impact acquiert une place de plus en plus prépondérante dans la planification de différentes activités, plus particulièrement dans l'évaluation du risque. Malgré le fait que seule une convention internationale (régionale) existe traitant spécifiquement de cet instrument[60], son importance future pour la gestion environnementale est indéniable. Ainsi, pour générales qu'elles soient, les dispositions de la Convention de Vienne de 1994 peuvent être étayées davantage en bénéficiant de l'expérience acquise dans d'autres branches du droit. La plus récente jurisprudence de la Cour internationale de justice semble aller dans la même direction[61].

D'autre part, l'utilisation du principe de *précaution*[62] en tant que guide de l'action pourrait contribuer à l'établissement de la responsabilité de l'Etat en cause *avant* même qu'un dommage ne se produise. Ce principe permet de s'affranchir de l'obligation de prouver le lien de causalité. Donc, la seule *possibilité* de survenance du dommage suffit – même en l'absence de preuve scientifique certaine – pour fonder une interdiction, ou du moins une limitation sérieuse, dans l'exercice de l'activité à risques.

La perception du risque, les moyens disponibles pour l'éviter, les mesures prises pour le gérer, tout dépend de la qualité de l'information fournie aux décideurs et/ou aux législateurs. Comment alors faire pour assurer que les données recoltées et sur la base desquelles d'importantes décisions vont être prises, sont bien celles qu'il faut récolter ? Une réponse est bien difficile à trouver. Néanmoins, deux moyens assez symmétriques existent, qui fonctionnent de manière plus ou moins satisfaisante. Le **premier** est le recours à l'évaluation technologique (*Technology Assessment*), largement utilisé aux Etats-Unis en premier, mais qui gagne de terrain dans les pays européens, spécialement les pays nordiques – notamment le Danemark. Au niveau des institutions, il convient de citer l'unité STOA (Scientific and Technological Options Assessment) du Parlement Européen. Le **second** est le recours aux organisations internationales de caractère technique (OMS, OMM, UIT,

etc). Dans les deux cas, il s'agit d'utiliser des groupes d'experts indépendants pour évaluer les conséquences économiques, écologiques, sociales ou autres d'un projet ou d'une situation, afin de pouvoir arriver à la formulation des politiques les plus adéquates.

Cependant, la convention existe ce qui est déjà un progrés indéniable. Il y a lieu à espérer que le moment de son application effective arrivé, elle saura développer sa propre dynamique et constituer une base plus solide pour la prévention des accidents.

VII. LA COOPÉRATION INTERNATIONALE: STRUCTURE INSTITUTIONELLE

L'Agence internationale pour l'énergie atomique[63] (AIEA) créée dans le système des Nations Unies a eu comme objectif de faciliter la diffusion de la technologie nucléaire et la coopération scientifique, tout en créant un système de garanties pour assurer que le matériel nucléaire ne soit pas utilisé à des fins autres que pacifiques. Le système de garanties fonctionne en étroite relation avec le Traité de non prolifération nucléaire et constitue aujourd'hui une des activités principales de l'Agence[64].

Avec les Conventions de 1986 et de 1994, l'AIEA devient – au niveau international – l'organe centralisant les informations et les recanalisant vers les pays, tout en élaborant des normes techniques uniformes de sûreté nucléaire. Ces normes n'ont pas de force contraignante *stricto sensu,* sauf dans les cas où elles sont accompagnées par l'assistance financière ou technique de l'Agence[65]. Ceci dit, elles ne sont pas complètement dépourvues d'effet juridique. Suite à l'accident de Tchernobyl, et en tant que normes d'incitation ou de référence, elles constituent un seuil normatif que, désormais, les Etats peuvent difficilement ignorer. Cependant, leur adoption au plan interne reste, nous l'avons vu, exclusivement sous la responsabilité des Etats.

VIII. REMARQUES FINALES

Le droit nucléaire est actuellement un droit en pleine expansion. Dans les pages qui précèdent, nous avons essayé d'esquisser une très brève image du paysage juridique actuel. Cette image n'est certainement pas complète, tant qu'elle ne présente pas le produit des différents efforts ayant lieu dans d'autres institutions (AEN/OCDE, EURATOM), ainsi que dans l'AIEA même. En septembre 1997, une modification considérable du cadre juridique de l'énergie nucléaire s'est effectuée avec l'adoption de trois nouveaux textes importants: la Convention commune sur la sûreté de gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs,[66] le Protocole d'amendement de la Convention de Vienne relative à la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires et la Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires[67].

Les Conventions examinées, malgré leurs faiblesses, ont contribué essentiellement à l'amélioration du régime juridique. Leur apport majeur est certainement le fait qu'elles ont rendu des obligations de droit coutumier, obligations qui étaient particulièrement vagues, beaucoup plus précises moyennant leur inclusion dans un texte conventionnel.

Cependant, il faut noter que, malgré les dispositions fort détaillées portant sur l'échange d'information entre les *gouvernements*, des dispositions équivalentes concernant les *citoyens* ne figurent nulle part dans ces textes[68]. Qui plus est, l'ensemble des conventions nucléaires est un des très rares exemples de conventions environnementales où la participation des ONG durant les Conférences des Parties membres n'est pas admise[69]. La seule exception est GREENPEACE, qui a été admise après invitation spécifique du Conseil des gouverneurs de l'AIEA et en dépit de l'opposition expresse du Secrétariat[70]. Sans entrer dans le débat de savoir si on peut valablement assimiler la participation des ONG à la participation du

public, il est clair que davantage d'ouverture est nécessaire. Actuellement, presque aucune obligation conventionnelle spécifique n'existe imposant aux Etats le devoir d'informer leurs citoyens sur les enjeux de l'utilisation de l'énergie nucléaire[71].

Il est vrai qu'en général, on retrouve des dispositions concernant l'information et la participation du public dans la plupart des textes environnementaux qu'ils soient des conventions, programmes d'actions ou déclarations[72]. Ces dispositions sont reprises ou d'avantage étayées dans des textes produits par des ONG dans leur effort de faciliter et promouvoir l'élaboration de textes internationaux[73]. Cependant, il n'y a que quatre textes internationaux qui prévoient des modalités précises d'information et participation du public: la Directive du Conseil 90/313/CEE de l'UE, la Convention OSPAR de 1992 sur la protection de l'environnement marin et la Convention de Lugano de 1993[74]. A ces textes, il faut ajouter les Lignes Directives pour la participation du public à la prise de décisions en matière d'environnement, élaborées par la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies (ONU/CEE) et endossées par la Conférence Ministérielle «Un environnement pour l'Europe», tenue à Sofia en 1995. Les Lignes Directives méritent d'être mentionnées à cause de leur champs d'application (géographique et matériel) plus large. Dans plusieurs domaines, elles reprennent les modalités prévues par la Directive 90/313/CEE, qui – elle – n'est pas sans problèmes[75]. Les Lignes Directives construisent un régime en trois pilliers: l'accès à l'information, la participation du public à la prise de décision et l'accès à la justice. Pour intéressantes qu'elles soient, ces Lignes Directives ne sont pas, comme d'ailleurs leur nom l'indique, du droit positif et ne lient pas les Etats de manière contraignante. Cependant, l'importance du sujet est telle, qu'un groupe de travail a été constitué au sein de l'ONU/CEE ayant comme objectif l'élaboration d'une convention internationale.

A l'heure actuelle, il existe un projet de convention plus ou moins complet, comprenant des annexes sur les différentes modalités d'information et de participation du public, le règlement des différends, ainsi que les listes d'activités sur lesquelles l'information devrait être fournie. Le texte de la Convention sera ouvert à signature probablement en juin 1998. Les négociations n'ont toujours pas abouti, mais le sentiment général au Secrétariat de l'ONU/CEE est que la convention reprendra l'approche des trois pilliers prônée dans les Lignes Directives. Elle est – elle aussi – influencée par la Directive de l'UE, mais elle diffère dans certains aspects importants, notamment en ce qui concerne les définitions de l'«information environnementale». La Convention adopte une vue plus large que la Directive, en y incluant les données relatives à la santé humaine, aux sites culturels et aux établissements humains.

L'accès à la justice reste un sujet compliqué et épineux, mais n'est de loin pas le seul. Déjà au niveau de l'information, des problèmes réels se posent, comme l'indiquent les difficultés rencontrées au niveau national[76].

Comme la responsabilité de superviser le fonctionnement des centrales nucléaires repose sur les Etats, c'est à travers les législations *nationales* que devraient être réglementés tant l'accès du public à l'information que sa possibilité de participer à la prise de décision. La parcimonie dans le territoire européen des lois s'appliquant aux installations nucléaires et prévoyant des modalités d'information du public[77], ainsi que les difficultés rencontrées durant la mise en œuvre des textes existants demeurent des vrais problèmes. Cependant, les développements précités récents, qui ont lieu au niveau international, sont en train de créer une nouvelle dynamique difficilement contournable. Cette dynamique ne peut qu'augurer un niveau de transparence dans le domaine du nucléaire difficile à imaginer quelques années auparavant.

BIBLIOGRAPHIE ET NOTES

1. Cet article a été rédigé durant une *Visiting Fellowship* au Lauterpacht Research Centre for International Law de l'Université de Cambridge. Je voudrais remercier MM. Nick Sinclair-Brown et Philippe Cullet pour leurs commentaires sur les différentes versions du texte. Il est clair que je reste responsable pour toutes les interprétations et erreurs dans ce qui est avancé. La rédaction de cet article a pris fin en août 1997, avec une révision partielle en Novembre 1997.
2. *Petit Robert*, 1984, p. 1720.
3. Idem.
4. «The combination of the probability, or frequency, of occurrence of a defined hazard and the magnitude of the consequence of the occurrence», cf. Royal Society, *Risk Analysis, Perception and Management*, Royal Society, Londres, 1992.
5. Sh. JASANOFF, *Regulating Environmental Risk*, Conférence du 25 février 1997, présentée dans le cadre du séminaire «Environmental Futures: Decision-Making in the Face of Risk and Change», organisé par l'Université de Cambridge, p. 9. Cf. aussi l'article de Lucien BOREL, « Risque, probabilité et totalitarisme scientiste», *SEBES*, Editions Médecine et Hygiène, Genève, 1992, pp. 75-80. L'auteur démontre la manipulation de l'opinion publique par les scientistes pronucléaires qui utilisent le biais de formules probabilistes dans l'effort de banaliser les effets potentiellement désastreux des technologies à haut risque, comme le nucléaire. Il propose un modèle d'évaluation du risque qui prend en compte les éléments de justice intra- et intergénérationnelle.
6. Cf. A.-Ch. KISS, «Droit et risque», *Archives de Philosophie du droit*, Tome 36, 1991, pp. 49-53, p. 49.
7. Cf. , par exemple, la Loi de l'Ukraine «Sur le statut et la protection sociale des citoyens – victimes de la catastrophe de Tchernobyl», du 1er juillet 1992.
8. W. A. MAGAT, W. K. VISCUSI, «Informational Approaches to Regulation», in R. L. REVESZ, *Foundations of Environmental Law and Policy,* Oxford, Oxford University Press, 1997, pp. 149-151, p. 149.
9. Sur les problèmes des négociations complexes, cf. L. SUSSKIND, *Environmental Diplomacy: Negotiating More Effective Global Agreements*, New York, Oxford, Oxford University Press, 1994, p. 82.
10. En effet, donner p.ex. à une organisation internationale comme l'AIEA un droit direct d'inspection (l'inspection *in situ* étant un des moyens les plus efficaces pour vérifier l'observation des normes techniques admises de sûreté et de sécurité) d'une installation nucléaire civile pourrait créer des précédents indésirables en matière de *vérification* des accords de désarmement dans des bases militaires (argument avancé par exemple pendant la négociation du traité de Moscou de 1963 interdisant les essais nucléaires)
11. Cf. KAMMINGA M., «The IAEA Convention on Nuclear Safety», *ICQL*, Vol. 44, 1995, pp. 872-882, p. 873.
12. L'accident de Tchernobyl n'est de loin pas le seul accident nucléaire: il suffit de mentionner Windscale (Angleterre, 1957), Three Mile Island (Etats-Unis, 1979) ou même Sellafield (Windscale renommé) (Angleterre, 1983) et Dounreay (Angleterre, 1977), même si des deux derniers le premier concerne des fuites de radiation durant le fonctionnement «normal» de l'unité et le deuxième est un cas d'accident survenu sur un site de stockage de déchets radioactifs. Evidemment Tchernobyl, de par son ampleur, reste le cas le plus illustratif des conséquences découlant d'un accident nucléaire à l'échelle locale, régionale ou même planétaire.
13. Il nous faut préciser à ce point que l'analyse qui suivra concerne le domaine de l'énergie nucléaire et non pas l'obligation d'information en général.
14. Cf. BIRNIE, P. and BOYLE, A. *International Law Of The Environment*, Oxford University Press, Oxford, 1992, p. 106. Cf. aussi Christopher Peter MERLIN, Christine Ann MERLIN v. British Nuclear Fuels plc, *Queen's Bench Division, High Court of Justice*, 2 April 1990 (Cf. aussi note de M. Donald GRAZEBOOK, parue dans *Droit nucléaire*, bull. 46, décembre 1990, pp. 43-48).
15. Cf. affaire de la Fonderie du Trail (Etats-Unis d'Amérique/Canada), sentence arbitrale du 11 mars 1941 (Décision finale), *RSA*, Vol. III, p. 1938-1982; Affaire du Détroit de Corfou (*fond*)

(Royaume Uni c. Albanie), arrêt du 9 avril 1949, *CIJ Recueil* 1949, p.4; Affaire du Lac Lanoux (Espagne/France), sentence arbitrale du 16 novembre 1957, *RSA*, Vol. XII, p. 285.

16. Cf. notamment, le Principe 21 de la Déclaration de Stockholm, issue de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement, organisée à Stockholm en juin 1972, doc. ONU A/Conf.48/14/Rev.1.
17. Cf. Articles 4, 5 et 8.
18. Pour une discussion plus détaillée des différents instruments et textes applicables, cf. SANDS, Ph., *Chernobyl: Law and Communication*, Cambridge, Grotius, 1988, pp. 33-40.
19. Cf. *Monde Diplomatique*, n° 505, Avril 1996, pp. 21-23; *Courrier International*, n° 285, 18-24 avril 1996, pp. 7-10; *Le Monde*, 20 avril 1996, cahier spécial « L'après-Tchernobyl «, pp. I-VIII, *Libération*, 16 avril 1996, dossier spécial «Tchernobyl, an dix», pp. I-XII.
20. Par ex. OMS, «Les conséquences médicales de Tchernobyl et d'autres accidents radiologiques», Genève, 20-23 novembre 1995; AIEA, « One decade after Chernobyl: summing up the radiological consequences of the accident», Vienne, 8-12 Avril 1996; Union Européenne, Biélorussie, Fédération de Russie et Ukraine, «The First International Conference of the European Union, Belarus, Russian Federation and Ukrajna on the Consequences of the Chernobyl Accident», Minsk, 18-23 Mars 1996; «Chernobyl, cancer and creeping paranoia», *The Economist*, March 19th, 1996, pp. 91-92; «Chernobyl officially linked to cancer», *International Herald Tribune*, 11th April 1996, p. 6.
21. Cf., en général, P. CAMERON, L. HANCHER, W. KÜHN éd., *Nuclear Energy Law after Chernobyl* (London, Graham & Trotman, International Bar Association, 1988); De La FAYETTE, L., «Nuclear Liability Revisited», 1 *Rev. Europ. Community & Int'l Env'l L.* 443-352 (1992); GALIZZI, P., «Questions of Jurisdiction in the Event of a Nuclear Accident in a Member State of the European Union», *J. Envtl L.*, vol. 8, 1996, pp. 71-97; A. LAYARD, «Nuclear Liability Damage Reform After Chernobyl», *Rev. Europ. Community & Int'l Env'l L*, vol. 5, 1996, pp. 218-224.
22. Problèmes traités dans les Conventions de Paris et de Vienne, la Convention supplémentaire de Bruxelles et le Protocole commun aux conventions de Paris et de Vienne. Une cinquième convention règle la responsabilité dans le cadre des transports maritimes (Convention de Bruxelles de 1971).
23. Par ex. la protection des travailleurs, le déversement de déchets radioactifs en mer, la protection du matériel nucléaire.
24. Il faudrait distinguer à ce point entre sûreté nucléaire, se situant en amont de l'accident et essayant d'éviter la survenance de celui-ci en optimisant la fiabilité des composants, et sécurité nucléaire, qui consiste a minimiser les conséquences des accidents une fois survenus. (voir présentation de M. Séné, sur «Risques et sécurité des centrales nucléaires: Le point de vue de l'ingénieur» au Colloque sur la Catastrophe de Tchernobyl, organisé par le Centre Universitaire d'Ecologie Humaine de l''Université de Genève, l'Académie international de l'environnement et la Fondation Vidrodgenia de Kiev, Genève, 3-5 mai 1995.
25. Article 36.
26. Cf. en général, http://java.ei.jrc.it/. Cf. aussi le Rapport *Environmental Radioactivity in the European Community (1987-1988-1989-1990)*, JRC, 1996 (http://java.ei.jrc.it/reports/html). Cf. aussi le récent *Atlas of Caesium Deposition in Europe after the Chernobyl Accident*, 1997.
27. Art. 1.
28. Art. 2(a).
29. Art. 2(b).
30. Cf. article 3.
31. Ces Etats sont la France, le Royaume Uni, la Chine, l'Union Soviétique (maintenant la Russie) et les Etats Unis.
32. Cf. CAMERON, P. «The Vienna Conventions on Early Notification and Assistance», dans CAMERON, P., HANCHER L., KÜHN, W., éd., *Nuclear Energy Law after Chernobyl*, Londres, Graham & Trotman/IBA, 1988, pp. 19-32, p. 23.
33. Art. 2(b).
34. A l'époque, l'Union Soviétique avait réagi avec deux arguments. D'une part, elle soutenait que l'accident lui-même n'était pas d' une ampleur telle qu'on le présentait. D'autre part, elle considérait que les dommages économiques soufferts par les pays de l'Ouest suite à l'adoption de contre-mesures n'étaient pas directe-

ment liés à l'accident même, mais à la réaction excessive et disproportionnée des gouvernements occidentaux.

35. Art. 9.
36. Art. 10.
37. Art. 11.
38. Articles 19, 21 de la Convention de Vienne de 1969 sur le Droit des Traités.
39. Art. 1(3).
40. Art. 2(3).
41. Art.2(4).
42. Art. 2(6).
43. Art. 3(a).
44. Art. 8 (1) (2).
45. Art. 10 (2)(a-c).
46. Art. 10(2)(d).
47. Cf. JANKOWITSCH O., FLAKUS F.-N., «La convention internationale sur la sûreté nucléaire marque une étape en droit», *IAEA Bulletin*, Vol. 3, 1994, pp. 36-40, p. 37.
48. *The Safety of Nuclear Installations*, IAEA Safety Series n° 110, 1993.
49. Cf. Préambule, para. (vii) et http://www.iaea.or.at/worldatom/glance/legal/nukesafety.html
50. CARROLL, S., «Transboundary Impacts of Nuclear Accidents: Are the Interests of Non-Nuclear States Adequately Addressed by International Nuclear Safety Instruments?», *Rev. Europ. Community & Int'l Env'l L.*, Vol. 5, 1996, pp. 205-210, à la p. 171; KAMMINGA, M., «The IAEA Convention on Nuclear Safety», *ICLQ.*, Vol. 44, 1996, pp. 872-882, à la p. 876.
51. Art. 4.
52. Art. 5.
53. Art. 8(3).
54. Art. 8(2).
55. Art. 14(i).
56. Art. 15.
57. Art. 16 (3).
58. Art. 20.
59. Art. 29.
60. Convention d'Espoo sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière, CEE/ONU, 1992, entrée en vigueur le 10 septembre 1997.
61. Référence est faite ici à l'Arrêt de la CIJ, rendu en 1996, sur la requête de la Nouvelle Zélande qui contestait la légalité des essais nucléaires français (*Affaire des essais nucléaires*). Cf. SANDS, Ph., «Observations on International Nuclear Law. Ten Years after Chernobyl», *RECIEL*, Vol. 5, 1996, pp. 199-204, p. 202.
62. Principe assez nouveau et imprécis pour le droit international de l'environnement, mais qui a déjà une longue vie dans les systèmes de droit nationaux, voir par exemple le cas de la législation allemande (le *Vorsorgeprinzip* qui inclut aussi la notion de *Gefahrenvorsorge*). Au niveau international, il a été consacré dans la Déclaration Mistérielle de Bergen de 1990 et dans le principe 15 de la Déclaration de Rio de 1992, Doc. ONU A/CONF.151/5/Rev.1. L'essence du principe est que l'absence de certitudes scientifiques ne devrait pas empêcher la prise d'action pour réglementer une activité ou une substance. Pour plus de détails, cf. O'RIORDAN, T. CAMERON, J., *Interpreting the Precautionary Principle*, Earthscan, Londres, 1994.
63. En matière d'énergie nucléaire, l'AIEA n'est pas la seule institution internationale compétente. L'Agence de l'énergie atomique (AEN) de l'OCDE, ainsi que l'EURATOM sont des organisations avec une longue expérience en la matière. Dans le présent rapport, l'emphase est mise sur l'AIEA d'une part en raison des contraintes d'espace, d'autre part en raison de son champs d'application géographique: elle est la seule institution universelle, l'AEN et l'EURATOM ayant des champs géographiques limités.
64. Cf. SZASZ, P., «IAEA Safeguards for NPT», *Rev. Europ. Community & Int'l Env'l L.*, Vol. 5, 1996, pp. 239-245, à la p 240.
65. Cf. ELBARADEI, M., NWOGUGU, E., RAMES, J., «International Law and Nuclear Energy: Overview of the Legal Framework», *IAEA Bulletin*, Vol. 37, 1995, pp. 116-126.
66. Adoptée à Vienne le 5 septembre 1997. Le 9 février 1998, 29 Etats l'avaient signée et un Etat (Norvège) l'avait ratifiée.
67. Les deux textes ont été adoptés à Vienne le 12 septembre 1997. Le 9 février 1998, elles comptaient 10 Etats signataires chacune et aucune ratification.
68. A l'exception éventuelle de l'art. 6 para. 2 de la Convention sur l'assistance, qui prévoit la consultation entre gouvernements avant d'informer le public sur l'assistance fournie.

69. Ce qui n'est pas le cas avec, p.ex., les conventions de Berne sur la protection de la vie sauvage, de Ramsar sur la protection des zones humides ou la convention de Barcelone sur la protection de la Méditerranée contre la pollution.
70. Cf. interventions de M. P. REYNERS (OCDE/AEN) et M. R. PARMENTIER (Greenpeace) durant le colloque «Vers l'application renforcée du droit international de l'environnement. Harmonisation et développement des procédures internationales de contrôle, de sanction et de règlement des différends», Paris, les 15 et 16 mars 1996, organisé par *Environnement sans frontière* à l'initiative du Ministère français de l'environnement et avec le concours du Programme des Nations Unies pour l'environnement et du Ministère français des affaires étrangères. M. Reyners a insisté sur le concept de *compétence* des acteurs impliqués.
71. Cf. SANDS Ph., *Principles of International Environmental Law,* Vol. I, Manchester University Press, Manchester, 1995, pp. 616-617. Au niveau européen, la Convention d'Espoo inclut les centrales thermiques, ainsi que les installations d'enrichissement du combustible nucléaire dans la liste des activités sur lesquelles une étude d'impact doit être entreprise avant leur construction. Aussi, l'Etat d'origine de l'activité doit notifier les Etats voisins susceptibles d'être affectés par le fonctionnement des installations sus-mentionnées. (Articles 2 paras 3-4, Appendice I, alinéas 3-4). La Convention n' est entrée en vigueur que très récemment, *i.e.* le 10 Septembre 1997. Des 56 Etats participant à la Commission Economique pour l'Europe de l' ONU (ONU/CEE), plus l'Union Européenne, 30 Etats l'ont signées et 19 l'ont ratifiée.
72. Cf. Conseil de l'Europe, *Recueil d'instruments et autres textes internationaux concernant les droits de l'homme et l'environnement dans le cadre international et européen*, Doc. AS/Loc/Info (1997) 1, 4 février 1997.
73. Cf., par exemple, IUCN, *International Covenant on Environment and Development*, 1995.
74. SANDS, op.cit. supra note 70, à la p. 616. Tous ces instruments créent des obligations qui lient les Etats.
75. *Lignes Directives pour la participation du public à la prise de décisions en matière d'environnement*, Nations Unies, Commission Economique pour l'Europe, 1996, doc. ECE/CEP/24/Rev.1.
76. Cf. WÄSCH, T., «Access to Environmental Information – Implementation and Experience with Directive 90/313/EEC», *Environmental Policy and Law*, Vol. 35, 1995, pp. 41-42.
77. L'exemple de la mise en œuvre du Livre Blanc britannique «This Common Inheritance» est très éloquent à ce sujet. Cf. l'article des ROWAN-ROBINSON, J., ROSS, A., WALTON W., ROTHNIE, J., «Public Access to Environmental Information: A Means to What End ?», *Journal of Environmental Law*, Vol. 8, 1996, pp. 19-42.
78. Cf. KISS, A.-Ch. & SHELTON, D., *Manual of European Environmental Law*, Grotius, Cambridge, 1993, pp. 403-404.

Le jeu des conventions internationales en matière de réparation des dommages nucléaires

Helena CONRUYT

I. PRÉAMBULE*

Au début des années soixante, le développement de l'utilisation à usage pacifique de l'énergie nucléaire a entraîné une prise de conscience plus aiguë des risques qui pourraient y être liés. Laisser la solution d'un tel problème à la seule initiative privée, principalement par le biais d'un recours à l'assurance, s'avéra très vite inadéquat. Il s'imposa d'organiser un système de réparation des dommages potentiels d'un accident nucléaire qui, s'il survenait, en dépit de toutes les précautions prises en matière de sécurité, pourrait voir ses effets s'étendre bien au-delà des frontières du pays de survenance de cet accident. Deux Conventions internationales sur la responsabilité civile dans le domaine nucléaire, à savoir la Convention de Paris du 29 janvier 1960 et la Convention de Vienne du 21 mai 1963 concrétisent le but poursuivi. Elles se distinguent par leur champ d'action puisque la première regroupe les principaux pays d'Europe occidentale et peut, dès lors, être qualifiée de Convention régionale alors que la seconde est, elle, à vocation mondiale.

La rédaction du texte de la Convention de Paris fut confiée aux pays membres de l'Agence de l'Energie nucléaire (A.E.N.) créée au sein de l'Organisation de Coopération et de Développement économique (O.C.D.E.) dans le cadre de sa mission générale de contribution à la promotion d'un régime de responsabilité civile et d'assurance pour les dommages nucléaires.

La Convention de Paris fut complétée, afin d'améliorer de la réparation des dommages, par la Convention complémentaire de Bruxelles (C.C.B.) en date du 31 janvier 1963.

La rédaction de la Convention de Vienne fut, elle, confiée à l'Agence Internationale de l'Energie atomique (AIEA), dans le contexte des Nations-Unies. Bien que la Convention de Vienne soit ouverte à tous, on ne relève qu'un seul pays, l'Espagne qui soit à la fois signataire de la Convention de Paris et de la Convention de Vienne.

Les Conventions de Paris et de Vienne sont régies par des principes de base analogues et sont susceptibles de constituer une source d'inspiration pour la rédaction d'une Convention régionale groupant les pays latino-américains.

En outre, un Protocole commun, signé en date du 21 septembre 1988 établit un lien entre les pays signataires de l'une ou l'autre des Conventions en telle sorte que l'application de leurs principes de base s'étende à tous les pays ayant signé, adhéré, ratifié ou reconnu tant l'une des Conventions que ce Protocole Commun. Il est, dès lors, peu probable que les pays Parties à la Convention de Paris ratifient, à l'avenir, la Convention de Vienne, ce dont, ils n'ont, au demeurant, jamais, jusqu'ici, perçu la nécessité, ni l'utilité.

La Convention de Vienne a fait l'objet de travaux de révision qui ont débouché sur un Protocole d'amendement du texte de la Convention de base en même temps que voyait le jour une proposition de Convention

de financement complémentaire dont l'objectif fut, au départ, très semblable à celui de la C.C.B. Afin de comprendre les propositions de modifications* il convient de préciser les principes de base et les dispositions principales des Conventions de Paris et de Vienne et de la C.C.B.

II. PRINCIPES DE BASE DES CONVENTIONS DE PARIS ET DE VIENNE

Les rédacteurs des Conventions ont été guidés par le souci d'une amélioration du sort des victimes d'un accident nucléaire. A cet effet, ils ont adopté des règles dérogatoires au droit commun et propres à concilier les intérêts des victimes, des exploitants et des tiers par rapport aux deux catégories de personnes précitées. Les Conventions sont, toutefois limitées aux risques de caractère exceptionnel qui, seuls, pouvaient justifier un régime aussi particulier.

Leurs règles peuvent être synthétisées comme suit :

1) instauration d'une responsabilité objective pour celui qui crée le risque, à savoir l'exploitant et ce, en application du principe «pollueur-payeur»;
2) canalisation de cette responsabilité sur l'exploitant en telle sorte que nul autre ne soit, dans le cadre défini par la Convention, obligé à réparation;
3) limitation de la responsabilité en montant et en durée;
4) obligation, pour l'exploitant, de justifier d'une garantie financière pour couvrir sa responsabilité;
5) unité de compétence juridictionnelle.

Nous nous efforcerons de développer et d'expliciter quelque peu ces principes.

1. Instauration d'une responsabilité objective

L'application du droit commun de la responsabilité civile implique le respect de conditions qui, en cas de dommage nucléaire, pourraient constituer un très gros obstacle pour les victimes, puisqu'elles devraient, en premier chef, prouver la faute ou la négligence de l'exploitant nucléaire. Les rédacteurs ont, en conséquence, opté pour une responsabilité objective, fondée sur le principe du pollueur-payeur en telle sorte que la victime ne doive établir que le lien de causalité entre l'accident nucléaire et le dommage subi. En pratique, toutefois, une telle solution allège surtout la charge de la preuve pour les dommages immédiats et apparents. En cas de séquelles corporelles à plus long terme, la difficulté d'établir un lien de causalité avec l'accident va croissant.

La limitation du montant de la responsabilité constitue la contrepartie de l'absence de faute requise dans le chef de l'exploitant.

2. Canalisation de la responsabilité sur l'exploitant

Ici encore, le désir de faciliter les actions en revendication des victimes a prévalu.

L'exploitant étant seul responsable, toute action ne sera intentée qu'à son encontre.

Cette solution a pour corollaire que les possibilités de recours de l'exploitant ou de son assureur soient strictement encadrées, comme aussi les cas d'exonération de responsabilité. Pour ce qui concerne ces derniers, il s'agira, essentiellement, de cas où l'accident est dû :

- à des actes de conflit armé, d'hostilité, de guerre civile ou d'insurrection;
- à des cataclysmes naturels (les autorités responsables requièrent, cependant, fréquemment que l'installation nucléaire réponde à des normes de sécurité suffisantes, même en cas de catastrophe naturelle);

- à des actes intentionnels d'une personne autre que l'exploitant.

A défaut de canalisation de la responsabilité sur l'exploitant, toute personne pouvant être associée à la construction ou à l'exploitation d'une installation nucléaire, notamment ses fournisseurs, eût dû prendre une assurance propre à couvrir sa responsabilité civile en cas d'accident avec pour conséquence, une multiplication des procédures vis-à-vis des assureurs et réassureurs et un épuisement prématuré des capacités du marché de l'assurance.

La canalisation juridique de responsabilité vaut également en cas de transport ou de stockage en cours de transport de substances nucléaires puisque tout exploitant reste responsable d'un accident survenant en dehors de l'installation sauf si l'exploitant d'une autre installation prend en charge les substances nucléaires ou en assume la responsabilité.

Un transporteur peut, toutefois, en cas d'accord avec un exploitant et les autorités responsables du pays de cet exploitant, être substitué à l'exploitant. Dans ce cas, il doit faire la preuve de garanties financières identiques à celles de l'exploitant.

L'importance de la canalisation de responsabilité est illustrée par le fait que des pays exportateurs de matières ou d'équipements nucléaires qui ne sont Parties à aucune des Conventions de base, exigent régulièrement que le destinataire ratifie l'une de ces Conventions afin de se prémunir contre les recours à leur encontre, en tant que fournisseurs.

3. Limitation de la responsabilité en montant et en durée

a) Limitation en montant

Nous l'avons souligné, les régimes de responsabilité sans faute sont le plus souvent associés à la fixation d'un plafond d'indemnisation. Celle-ci procéda, en matière nucléaire, de la volonté des rédacteurs des Conventions de protéger l'industrie nucléaire mais trouve aussi une justification dans les limites de la capacité du marché de l'assurance et des garanties que peuvent obtenir les exploitants dans leurs pays respectifs.

A cet égard, il faut souligner que l'acceptation du risque nucléaire est comparable à celle de tout autre risque d'assurance. Les critères de sûreté des installations, de leur puissance et de leur localisation sont autant de facteurs d'évaluation du risque, de son acceptation et de son prix.

La limitation de la responsabilité qui, au moment de la rédaction des Conventions traduisait une limitation équivalente de garanties a, toutefois été, depuis, remise en cause dans plusieurs pays nucléaires. Les autorités compétentes y ont, souvent de par la pression de l'opinion publique, désormais dissocié responsabilité et garantie. Pour certains d'entre eux, l'exploitant nucléaire peut justifier d'une garantie financière limitée mais reste responsable du dommage nucléaire sans limitation.

Les limites de responsabilité fixées dans les Conventions de Paris et de Vienne témoignent, à la fois, de la prudence des législateurs de l'époque et de la méconnaissance des conséquences possibles d'un accident nucléaire.

Elles atteignent, pour la Convention de Paris, le montant maximum de 15 millions de droits de tirage spéciaux (D.T.S.) et peuvent, pour la Convention de Vienne ne pas dépasser 5 millions de $ or, ce qui équivaut à quelque 40 millions de D.T.S.

La Convention de Paris laissant toute latitude aux Parties contractantes de fixer un montant plus élevé, toutes en ont fait usage et ont, ultérieurement, afin de souligner l'inadéquation des montants originaux au coût potentiel d'un accident nucléaire, accepté une Recommandation du Comité de Direction de l'A.E.N. portant le montant minimum de responsabilité de l'exploitant à 150 millions de D.T.S.

Les travaux de révision de la Convention de Vienne et ceux afférents à la Convention de financement complémentaire vont dans le même sens, comme nous le soulignerons plus loin.

b) Limitation dans le temps

La limitation de la responsabilité dans le temps traduit, elle aussi, une préoccupation des assureurs qui ont limité leurs interventions à 10 ans à compter de l'accident nucléaire.

Il est peu probable que ce délai puisse être revu à la hausse puisque, de plus en plus, dans les assurances de responsabilité, les assureurs plaident pour un système fondé sur la déclaration du dommage (claims made) à laquelle s'ajoute une limitation de la couverture postérieure à la période d'assurance.

Les actions en réparation intentées contre l'exploitant doivent donc l'être, sous peine de déchéance, dans un délai de 10 ans à compter de l'accident. Dans bien des législations nationales des Parties à la Convention de Paris, ce délai a, pourtant, été porté à 20 ou 30 ans, l'Etat de l'installation nucléaire assumant l'indemnisation des victimes une fois dépassé le délai de 10 ans.

Cette politique procède du souci de couvrir les dommages à développement lent dont la constatation n'interviendrait que longtemps après la survenance de l'accident nucléaire. Il faut, toutefois, rappeler que, pour de tels dommages, il est souvent extrêmement difficile de prouver le lien de causalité entre lésions et exposition au risque au moment de l'accident.

4. Garantie financière de l'exploitant

Malgré le libellé des Conventions qui imposent une assurance ou toute autre garantie financière, il est probable que leurs rédacteurs n'aient jamais envisagé de faire prendre en charge le risque nucléaire par d'autres que les assureurs. Ceux-ci ont, d'ailleurs, été très vite associés aux travaux de rédaction mais à l'époque, le risque était d'autant plus difficile à évaluer que les opérateurs étaient peu nombreux et la fréquence d'accident pratiquement nulle.

Les expériences de Three Mile Island, d'abord, et de Tchernobyl, ensuite, ont sensibilisé les responsables quant l'ampleur possible des dommages et quant à la nécessité de mettre l'accent sur la prévention et sur l'amélioration du degré de sûreté des installations nucléaires.

Il n'en reste pas moins que les assureurs ne répondent pas, à l'heure actuelle, et n'ont pas l'intention de répondre, dans le futur, d'une manière uniforme aux demandes de garanties qui leur sont adressées. Les marchés nationaux de l'assurance et la qualité des risques continueront d'être des facteurs prépondérants quant au montant d'intervention possible.

Dans les économies occidentales, certains gouvernements ont, dès lors, organisé l'indemnisation des victimes potentielles d'un accident nucléaire par répartition de la charge financière tant sur l'exploitant responsable que sur l'ensemble des exploitants nucléaires du marché en cause avec, en dernière instance, une contribution étatique.

5. Unité de compétence juridictionnelle

Aux termes des Conventions, les tribunaux compétents sont ceux de la Partie contractante sur le territoire de laquelle l'accident est survenu. Si ce lien ne peut être déterminé avec certitude ou si l'accident survient en dehors du territoire des Parties contractantes, les tribunaux compétents sont ceux de l'Etat de l'installation dont l'exploitant est responsable.

L'unité de juridiction constitue l'une des garanties essentielles d'une indemnisation équitable des victimes. A défaut, celles-ci seraient appelées à intenter des actions devant plusieurs tribunaux qui ne statueraient pas nécessairement de façon uniforme et devraient se répartir le montant de la garantie. Le Comité de direction de l'A.E.N. a dans cette optique, recommandé aux Parties à la Convention de Paris de limiter la compétence juridictionnelle en cas d'accident nucléaire à un seul tribunal. Le découpage des compétences notamment au niveau régional a, cependant,

pour conséquence que cette recommandation n'est pas encore suivie par tous.

Les Conventions imposent l'application de toutes leurs dispositions sans discrimination fondée sur la nationalité, le domicile ou la résidence.

III. LA CONVENTION COMPLÉMENTAIRE DE BRUXELLES (C.C.B.)

Les Parties à la Convention de Paris ont, très vite, considéré devoir accroître l'importance de la réparation des dommages qui résulteraient de l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques en se fondant sur un principe de solidarité internationale. Ils ont, en conséquence, organisé l'indemnisation des victimes potentielles en trois tranches :

- la première, à raison d'un minimum de 5 millions de D.T.S., est fondée sur la responsabilité de l'exploitant et couverte par une assurance ou autre garantie financière;
- la deuxième est à charge de l'Etat de l'installation et est égale à la différence entre 175 millions de D.T.S. et le montant de la première tranche;
- la troisième est à charge des Etats Parties à la C.C.B., leur intervention respective étant fonction d'une clé de répartition calculée, à parts égales, sur la puissance thermique des réacteurs de chacune des Parties et sur la proportion de leur produit national brut par rapport au total du P.N.B. de toutes les Parties; cette troisième tranche atteint 125 millions de D.T.S.

La Convention s'applique en cas d'accident et de dommages subis dans les Etats contractants, le montant total des fonds mis à disposition de l'exploitant atteignant 300 millions de D.T.S.

Dans tous les cas, les fonds alloués par les Etats le sont à un titre différent de celui d'une couverture de responsabilité.

Toutes les Parties aux Conventions de Paris et de Bruxelles ont fixé la responsabilité de l'exploitant à un niveau nettement supérieur à 5 millions de D.T.S. Elle dépasse, pour certains 300 millions de D.T.S., et est même illimitée pour la R.F.A. Dans ce dernier cas, le montant garanti financièrement est soumis, quant à lui, à une limite.

Afin de ne pas mettre en péril le système mis en place par la C.C.B. et afin, aussi, d'améliorer le sort des victimes, le Comité de Direction de l'A.E.N. a, dès lors, recommandé aux Etats contractants de postposer l'application de la troisième tranche d'indemnisation dans le cas où la réparation imputable à l'exploitant ou versée par l'Etat de l'installation dépasserait 175 millions de D.T.S.

IV. LA RÉVISION DE LA CONVENTION DE VIENNE

Les deux Conventions ont existé en parallèle jusqu'en 1988 et cette situation aurait pu perdurer n'était l'intervention de deux facteurs l'un exogène et l'autre endogène aux Conventions.

Le premier fut, en 1986, l'accident nucléaire de Tchernobyl qui a, d'une part, provoqué la rédaction et la ratification de Conventions sur la notification rapide et l'assistance en cas d'accident nucléaire et sur la sûreté des installations et, d'autre part, sensibilisé les Etats quant aux retombées possibles d'un accident nucléaire.

Le second facteur fut le pont jeté entre les Conventions de Paris et de Vienne par le biais du Protocole commun.

Aux termes dudit Protocole, toute victime d'un Etat Partie à l'une des Conventions-mères et au Protocole commun sera indemnisée du dommage imputable à un accident nucléaire eu égard aux dispositions de la Convention dont est Partie l'Etat de l'installation où l'accident est survenu.

De même, en cas de transport, la Convention applicable est celle à laquelle est Partie

l'Etat sur le territoire duquel se trouve l'installation dont l'exploitant est responsable.

La révision de la Convention de Vienne est consécutive aux facteurs précités. En effet, les limites réelles de responsabilité fixées par les Parties à la Convention de Paris à un niveau nettement supérieur à celui cité par cette Convention et la possibilité d'un financement supplémentaire, pour ces mêmes Parties, par la mise en œuvre de la C.C.B. se traduisaient par une grande disparité dans le niveau d'indemnisation des victimes laquelle se voyait soulignée en cas d'application du Protocole commun. Il fallait donc relever les limites de la Convention de Vienne et imaginer si possible un système de financement complémentaire à cette Convention.

En 1989, le Conseil des Gouverneurs de l'AIEA chargea un groupe de travail d'étudier les divers aspects du régime de responsabilité civile nucléaire instaurée par la Convention de Vienne afin d'en dégager les améliorations possibles. En conséquence de cette demande, la liste des points méritant un nouvel examen fut établie. Elle témoigne de la volonté de présenter un système nettement plus satisfaisant d'indemnisation en cas d'accident nucléaire et ses ambitions expliquent le fait par les Parties aux deux Conventions internationales de base ont considéré devoir allier leurs efforts pour arriver au but poursuivi.

Les modifications de la Convention de Vienne auront, en effet, désormais, une incidence directe au niveau des pays Parties tant à la Convention de Paris qu'au Protocole Commun et il paraît souhaitable de gommer le plus possible les différences entre les deux Conventions.

Le Conseil des Gouverneurs a donné mandat au Comité Permanent de l'AIEA pour engager les travaux sur base d'une révision portant sur les points suivants:

- le champ d'application géographique;
- l'application de la Convention à des utilisations non pacifiques de l'énergie nucléaire;
- la notion de dommage nucléaire;
- la canalisation de la responsabilité;
- la limite financière de responsabilité;
- la nature de l'unité de compte retenue dans la Convention;
- la limite temporelle pour la présentation des demandes en réparation;
- les procédures relatives aux demandes en réparation, notamment l'établissement de priorités;
- l'unicité de juridiction;
- les procédures de révision;
- l'incompatibilité avec certains systèmes juridiques;
- le financement par les Etats;
- les obligations des Etats du fait de l'activité déployée sur leur territoire dans le domaine de l'énergie nucléaire.

Chacun des problèmes évoqués a fait l'objet de discussions, parfois très longues, au sein du Comité et tous ne se sont pas concrétisés par des propositions formelles de révision du texte de base. Par ailleurs, très rapidement, les Etats désireux d'obtenir une assiette plus large au niveau de l'indemnisation des dommages nucléaires ont fait valoir la nécessité d'établir une Convention de financement supplémentaire fondée sur la solidarité internationale. Un projet de texte en a été établi et les discussions afférentes aux deux Conventions ont été menées en parallèle ce qui a singulièrement compliqué la tâche des rédacteurs. Les principes qui régissent une Convention complémentaire sont, en effet, par la logique de la Convention-mère, circonscrits aux seules Parties contractantes alors que les Etats demandeurs d'un système plus large, notamment les Etats non nucléaires considéraient comme préalable aux discussions, un assouplissement maximal des systèmes d'indemnisation notamment par l'élargissement du champ géographique des Conventions et la révision de la définition du dommage. Celle-ci devrait formellement intégrer la réparation des dommages à l'environnement

Le Protocole de révision de la Convention de Vienne devrait être proposé aux Etats lors d'une conférence diplomatique organisée en septembre prochain, la signature du texte pouvant intervenir, ensuite, très rapidement.

Nous soulignerons, ci-après, quelques unes des modifications proposées, étant entendu que le texte pourrait se voir amendé lors de la conférence précitée:

1. Champ géographique

La Convention, qui ne concerne que les installations à usage pacifique, sera applicable aux dommages nucléaires, quel que soit le lieu où ils sont subis avec, toutefois, la possibilité, pour l'état de l'installation d'exclure toute indemnisation dans les Etats nucléaires non contractants n'accordant pas d'avantages réciproques équivalents ainsi que dans les zones maritimes établies par de tels Etats, conformément au droit de la mer.

A contrario, un Etat non nucléaire ne pourra jamais être exclu du système et les victimes de dommages sur son territoire seront libres d'introduire une demande en réparation.

2. Dommage nucléaire

Les débats, commencés lors des discussions sur la révision de la Convention de Vienne se sont poursuivis ultérieurement au moment de l'établissement du texte de la Convention de financement supplémentaire. En définitive, l'avis majoritaire est que la définition du dommage doit être identique dans les deux Conventions afin de faciliter la tâche des tribunaux appelés à connaître des actions concernant le dommage nucléaire.

Le texte final tel que retenu constitue, toutefois, un compromis entre l'exigence, posée par certains d'une indemnisation intégrale des dommages tant corporels que matériels et qu'ils soient de nature économique ou environnementale et la volonté de bien d'autres de tenir compte des disponibilités réelles et de privilégier au maximum les dommages aux personnes et aux biens. En fait, l'essentiel des débats afférents au dommage s'est déroulé au cours des discussions relatives à la Convention complémentaire. Ce qui importe est l'unicité de définition pour les deux Conventions.

Des pressions pourraient, dès lors, être exercées sur les Parties à la Convention de Paris afin qu'elles modifient, elles aussi, leur définition du dommage pour arriver à une uniformité entre les divers textes internationaux malgré le fait que la Convention de Vienne actuelle continuera de coexister avec la Convention révisée.

Sans entrer dans le détail des pertes et coûts qui seront désormais intégrés dans la définition du dommage nucléaire, on peut souligner quelques particularités de cette définition :

- obligation de prouver qu'il y a eu rayonnement ionisant ce qui exclut toute action fondée sur une présomption de danger d'irradiation;
- importance conférée aux mesures préventives dont il appartiendra aux juges de reconnaître le caractère raisonnable; afin, sur ce plan, de faciliter leur tâche, les rédacteurs ont cru utile de préciser, à titre exemplatif, certaines des mesures qui pourraient être considérées comme raisonnables;
- définition des mesures de restauration qui seront gouvernées par la loi de l'Etat où le dommage est subi;
- accentuation de la prise en considération des dommages à l'environnement mais de façon contrôlée afin d'éviter des demandes en réparation qui ne seraient pas liées à une perte mesurable.

3. Unité de compte

L'unité de compte commune aux deux Conventions de base sera désormais le droit de tirage spécial tel que défini par le Fonds Monétaire international.

4. Limite financière de responsabilité

Conscients de la nécessité de mettre en place un système de droit à indemnisation qui réponde mieux aux réalités et compte tenu de la difficulté d'imaginer un mécanisme automatique d'actualisation qui recueille l'adhésion de tous les Etats, les rédacteurs ont porté le niveau minimal de responsabilité de l'exploitant à 300 millions de DTS. Cette obligation assez lourde eu égard aux dispositions qui prévalent en cette matière dans les législations de la plupart des Parties à la Convention de Vienne est tempérée, dans un premier temps, par les deux possibilités suivantes:

- fixation d'un montant de responsabilité de l'exploitant compris entre 150 et 300 millions de DTS à charge, pour l'Etat de l'installation, d'allouer la différence jusqu'au minimum de 300 millions;
- fixation d'un montant de 100 millions de DTS pour une période de 15 ans à compter de la signature du Protocole de révision, pour le porter, ensuite, aux 300 millions minimum.

Il fallait, en effet, permettre à certains Etats de faire le pont entre les dispositions de la Convention de Vienne (5 millions de dollars or qui équivalent à 40 millions de DTS) et sa révision.

5. Limite temporelle pour la présentation des demandes en réparation

Une distinction sera, désormais, opérée entre, d'une part, les dommages aux personnes pour lesquels le droit à réparation s'éteindrait après 30 ans et, d'autre part, les autres dommages pour lesquels la période serait, comme auparavant, de 10 ans.

V. LA CONVENTION DE FINANCEMENT SUPPLÉMENTAIRE

Conçue, au départ des discussions, comme une Convention supplémentaire aux dispositions de la Convention de Vienne et de son Protocole de révision, la Convention de financement telle qu'élaborée au terme de 7 années de travaux offre une version d'une portée quelque peu différente dans la mesure où elle n'est plus nécessairement rattachée à la Convention-mère.

Ce point a, très certainement, constitué l'option majeure d'un texte dont le fondement a évolué comme suit.

Dans un premier temps, les propositions s'inspiraient des principes de fonctionnement de la Convention complémentaire de Bruxelles et se basaient sur un système de réparation du dommage nucléaire organisé en quatre tranches successives :

- exploitant;
- pools d'exploitants;
- Etat de l'installation;
- ensemble des Etats contractants.

Les pools d'exploitants devaient, selon des avis divergents des intervenants, être constitués de manière soit volontaire soit obligatoire et intervenir avant ou après la contribution de l'Etat de l'installation. Il était loisible dans certaines des hypothèses, d'exclure certains Etats, eu égard à la sûreté de leurs installations. Enfin, les limites maximales étaient soit fixes soit flottantes ce qui se traduisait par des degrés d'intervention très différents, pour les Etats concernés.

Au fil du temps, le but premier de la Convention complémentaire s'estompa en telle sorte que certains la considèrent plus comme vecteur de relations de traités que comme fondement d'une meilleure indemnisation des victimes d'un accident nucléaire.

L'une des propositions nouvelles issues de cette nouvelle conception isolait complètement la Convention par rapport aux Conventions de

Vienne et de Paris et ne visait plus que la réparation des dommages transfrontières.

Le texte actuel est, en quelque sorte, un hybride des différentes possibilités. Il a vocation d'établir un régime mondial de responsabilité supplémentaire, non seulement par rapport aux Conventions de Vienne et de Paris mais, également, par rapport à toute législation nationale compatible avec les principes des Conventions de base précitées.

PRINCIPES DE BASE DE LA CONVENTION COMPLÉMENTAIRE

Ici encore, les solutions actuelles du texte pourraient être amendées lors de la conférence diplomatique y afférente.

Les éclaircissements qui suivent constituent un bref aperçu des règles à la fois fondamentales et originales de la Convention.

1. Dommage nucléaire

Nous renvoyons au commentaire du Protocole de révision de la Convention de Vienne puisque la définition du dommage sera, désormais, identique dans les deux textes.

2. Contribution internationale

La première tranche d'indemnisation d'un montant de 300 millions de D.T.S. est à charge de l'exploitant ou, le cas échéant, de l'Etat de l'installation.

Au-delà, l'exploitant pourra en appeler à une contribution internationale qui permet d'allouer des fonds supplémentaires au bénéfice des victimes de l'accident nucléaire. Ces fonds seront toutefois distribués de la manière suivante :

- à raison de 50 % sans discrimination fondée sur la nationalité, le domicile ou la résidence;
- à raison des 50 % restants, aux seules victimes dont le dommage est subi hors du territoire de l'Etat où se trouve l'installation de l'exploitant responsable.

Au cas où l'Etat de l'installation couvre un montant inférieur à 300 millions de D.T.S. (utilisation de la possibilité d'une entrée progressive dans le système), la partie non discriminatoire est diminuée dans la proportion du montant effectivement couvert à 300 millions.

La seule possibilité, pour une Partie contractante, d'éviter l'application de toute discrimination est la mise à disposition, pour la tranche conjointe de l'exploitant et de l'Etat de l'installation, d'un montant de 600 millions de DTS. Dans ce cas, en effet, les fonds mis à sa disposition par le biais de la solidarité internationale pourront servir à réparer les dommages sans qu'il en soit distrait un certain montant au seul bénéfice des victimes transfrontières.

3. Compétence juridictionnelle

Toutes les Conventions attribuent la compétence juridictionnelle aux tribunaux de l'Etat contractant où se produit l'accident.

Si, toutefois, l'accident survient dans la zone économique exclusive d'un Etat, la Convention supplémentaire impose l'application du même principe alors même que, selon les termes des Conventions de base, on se trouve en-dehors du territoire d'un Etat contractant, la délimitation d'une zone économique exclusive étant postérieure à ces Conventions. Il y a, dès lors, conflit de juridiction, même si le texte final est de nature à gommer certaines difficultés.

Certains Etats ont lié les clauses de compétence juridictionnelle à la définition du dommage puisque celle-ci n'incluent que partiellement la réparation des atteintes à l'environnement.

4. Calcul des contributions

Les contributions sont fondées, d'une part, sur la puissance nucléaire installée à raison de 300 DTS par unité de puissance et, d'autre part, sur la quote-part relative des Etats contractants au barème des contributions de l'O.N.U. et ce, à raison de 10 % des montants globaux des contributions basées sur la puissance installée.

Dans un souci de justice distributive, les Etats qui ne possèdent aucun réacteur et qui versent la quote-part minimum à l'ONU, sont dispensés de tout versement. Le même principe de justice distributive a été défendu par les Etats les plus nucléarisés afin d'obtenir un plafonnement absolu de leurs interventions éventuelles. Celles-ci sont, en effet, compte tenu du mode de calcul retenu, inversement proportionnelles au nombre de participants et à leur puissance nucléaire respective, ce qui peut faire supporter pratiquement tout le poids financier d'un accident nucléaire par un seul contributeur.

Le plafond retenu égale la contribution relative aux Nations-Unies majorée de 8 %.

Des discussions ultérieures ont entraîné la mise sur pied d'un mécanisme de sortie progressive du bénéfice du plafonnement. Dès lors que la puissance installée totale des Etats Parties à la Convention atteindrait 625 000 unités, le plafond croîtrait, à raison d'un pour cent par tranche de 75 000 unités de puissance.

5. Seuil d'entrée en vigueur de la Convention

La Convention entrerait en vigueur en cas de ratification par cinq Etats qui, ensemble, représenteraient un minimum de 400 000 unités de puissance thermique. Afin d'éclairer les données qui précèdent, signalons que la capacité installée ou puissance thermique mondiale, dépasse légèrement le milliard d'unités avec quelque 30 % pour les Etats-Unis.

6. Les Etats de l'annexe

Comme nous l'avons signalé, tout Etat dont la législation est compatible avec les dispositions des Conventions-mères peut être Partie à la Convention supplémentaire et, l'on eût pu, en conséquence, faire référence directe aux Conventions de Vienne et de Paris.

Toutefois, cette solution ne pouvait convenir au pays, actuellement, le plus nucléarisé au monde.

La particularité de l'annexe est, dès lors son article 2, rédigé au bénéfice des Etats-Unis, dont la loi nationale n'est pas conforme aux principes de base des Conventions de Vienne et de Paris en telle sorte que, à défaut d'une exception en leur faveur, ils ne pourraient entrer dans un système qui ne se conçoit guère sans leur participation. Si, en effet, la Convention est, théoriquement, parfaitement applicable sans les Etats-Unis, son but initial de constitution d'une meilleure garantie quant à l'indemnisation des dommages en cas d'accident nucléaire exige que les fonds versés au nom d'une solidarité internationale concrétisent vraiment une amélioration des systèmes mis en place, actuellement. Nous y reviendrons, ci-après, en évoquant l'avenir de la Convention complémentaire de Bruxelles.

L'article 2 de l'annexe établit des règles qui permettent de déroger aux principes de la responsabilité objective, et de canalisation de cette responsabilité sur l'exploitant responsable du dommage nucléaire. Par le biais d'une canalisation économique, l'exploitant est amené à centraliser tous versements aux victimes mais d'autres personnes que lui-même peuvent être tenues comme juridiquement responsables de l'accident.

Le texte ne désigne, nommément, aucun pays mais l'obligation pour faire jouer l'exception, d'un minimum disponible d'1 milliard de DTS par installation nucléaire est suffisamment transparente pour qu'aucun doute ne puisse subsister.

VI. CONSÉQUENCES POSSIBLES D'UNE RATIFICATION DU PROTOCOLE DE RÉVISION DE LA CONVENTION DE VIENNE ET DE LA CONVENTION DE FINANCEMENT SUPPLÉMENTAIRE

Les Parties aux Conventions de Vienne et de Paris ne peuvent que se féliciter de la mise en oeuvre du Protocole de révision. Toutefois, la majoration sensible des montants de responsabilité imputables à l'exploitant ou, à défaut, à l'Etat de l'installation, risque de poser un problème à de nombreuses Parties à la Convention de Vienne.

Pour ce qui concerne les Parties à la Convention de Paris, un amendement effectif du texte de la Convention s'avère réaliste quant au montant de responsabilité de l'exploitant même si les Etats ont, déjà, accepté la Recommandation du Comité de Direction de l'AEN visait à porter le montant minimum de responsabilité de l'exploitant à 150 millions de DTS, montant que plusieurs d'entre eux dépassent largement.

En outre, la modernisation du texte de la Convention de Vienne devrait entraîner un examen attentif de ses conséquences sur la Convention de Paris, par le biais du Protocole commun.

Quant à l'entrée en vigueur de la Convention supplémentaire, sa ratification par tous Etats nucléaires ou non nucléaires suppose la ratification préalable des Etats-Unis.

A défaut, en effet, la Convention ne présente qu'un intérêt mineur compte tenu des instruments existants.

En outre, les pays Parties à la Convention complémentaire de Bruxelles ont dans l'hypothèse d'une ratification de la nouvelle Convention par un nombre suffisant d'Etats nucléaires, à maintes reprises souligné qu'ils ne pourraient abandonner une Convention régionale, telle la leur, pour lui substituer une Convention à vocation mondiale, que si, à tout le moins, l'élargissement du champ d'application de l'indemnisation des victimes d'un accident nucléaire allait de pair avec une majoration équivalente des garanties offertes. En pratique, ces pays souhaiteraient que les sommes disponibles soient au moins égales à celles qui seraient dégagées par le jeu de la Convention complémentaire de Bruxelles, compte tenu, si possible, des effets de l'inflation. Ils considèrent également que tout nouveau système doit traduire un équilibre contributif entre fonds nationaux et internationaux.

Enfin, la nouvelle Convention fondée sur les Conventions de base ne pourrait être attractive à leurs yeux, que si elle l'était également pour les pays d'Europe de l'Est dotés d'installations nucléaires.

On pourrait arguer de la possibilité de coexistence d'une Convention régionale et d'une Convention à vocation mondiale et, techniquement, cette hypothèse pourrait être concrétisée par la dévolution, à la Convention régionale, d'un rôle supplétif, au-delà des sommes mises à disposition par la Convention mondiale. Il est, toutefois, peu vraisemblable que de nombreux Etats acceptent un coût financier aussi élevé.

Une nouvelle Convention serait bien, dès lors, synonyme de choix et l'on peut espérer que l'intérêt des victimes en constituera l'élément déterminant.

RÉFÉRENCES ET NOTE

Exposé des motifs de la Convention Paris, 1963

Travaux préparatoires relatifs au Protocole de révision de la Convention de Vienne et de la Convention de financement supplémentaire, 1989 à 1997.

* Ce texte a été rédigé au moment où lesdites propositions devaient être entérinées lors d'une conférence diplomatique prévue pour la fin septembre 1997.

Les opinions exprimées et les faits présentés n'engagent que la responsabilité de l'auteur.

Introduction à la problématique juridique de la radioprotection en droit international

Anne RAINAUD

L'exploitation de l'énergie nucléaire, et même les premières recherches en ce domaine, ont très vite montré de façon tout à fait pragmatique qu'il existait un risque radiologique du fait des manipulations et détentions de matières nucléaires, et plus largement des expositions à de telles sources sans précautions particulières. On sait le lien direct entre les travaux de Marie Curie et son décès prématuré, tout comme on a pu constater très rapidement *de visu* au début du siècle, que le «travail» associé à cette matière provoquait rapidement, selon la fréquence d'exposition et l'intensité radioactive de la source, des lésions... cutanées notamment !

Le recours à l'énergie nucléaire a donc des incidences sur la santé humaine, même si depuis, de très nombreuses applications de la technologie nucléaire se font au profit de la santé: tel a été le premier constat de la communauté scientifique consciente de l'existence d'un risque radiologique réel. Logiquement, face à cela, l'idée qui s'impose est de prévoir un système de protection capable d'empêcher les liens de cause à effet constatés. Plusieurs scientifiques rassemblés sur leur impulsion au sein d'une structure de dimension internationale, il s'agit bien sûr de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) créée en 1928, vont concevoir des principes de radioprotection pour accompagner cette nouvelle discipline. Certes, la perception initiale de l'incidence du risque radiologique est grossière et la politique de protection conséquente fondamentalement insuffisante. Les premiers pas en ce domaine, pour indispensables qu'ils furent, se basaient uniquement sur une approche déterministe: les études de cas montraient que tel effet dommageable était dépendant de tel degré d'exposition à une source émettant telle intensité de radioactivité; pour casser cette causalité et prévenir la conséquence indésirable, la CIPR a posé des seuils de tolérance, des limitations de doses: en ce sens, les manifestations d'intolérance ne devaient se produire qu'une fois dépassé le seuil.

Avec le développement de la recherche, l'appréciation des incidences s'est affinée. A partir des années 1950, on a constaté qu'outre les effets déterministes, il y avait aussi des effets aléatoires dits stochastiques, ceux-ci se produisant alors même qu'étaient respectés les seuils déterministes. La communauté scientifique constate le phénomène et se heurte alors à une seconde dificulté: il est impossible de mesurer avec exactitude l'incidence des faibles doses d'exposition sur son environnement, et notamment sur la santé humaine, qu'il s'agisse d'effets à court terme (induction de cancers) ou à plus long terme (mutation génétique). La question qui se pose est alors la suivante: peut-on décemment poursuivre une activité dont on n'est pas capable de mesurer l'amplitude des conséquences, la réalité des risques. Cet état de fait est peu compatible avec la démarche du bilan coûts-avantages à laquelle il est procédé. Un risque dit-on, est «la probabilité , plus ou moins élevée, de survenance d'un effet négatif

déterminé, dans une action visant à obtenir un effet positif qui est l'objet même de l'acceptation du risque»[1], le but étant de comptabiliser davantage d'effets positifs que d'effets négatifs. L'incertitude qui pèse sur les effets des faibles doses introduit un paramètre déstabilisant puisque le décompte des effets négatifs *stricto sensu* n'est plus possible, sauf à considérer que l'incertitude constitue elle-même un effet négatif; dans ces conditions le poids de l'incertitude est tel que certains ne voient pas le bénéfice qui peut être retiré. Cette nouvelle donne est d'ailleurs largement exploitée par les courants «risquophobes»[2] parvenant parfois à excercer une pression suffisante sur le politique pour que ce dernier freine, retarde, arrête à terme son programme nucléaire ou abandonne une telle idée si la pays est encore «vierge» sur le plan nucléaire.

L'atome était plein de promesses et il l'est sûremment encore au regard des questions de médecine nucléaire (investigation, traitement), mais aussi d'environnement et de politique énergétique. L'idée communément admise n'est-elle pas que les centrales et autres installations nucléaires produisent (en période normale d'exploitation certes) peu d'émissions polluantes par rapport aux rejets dans l'atmosphère des unités «classiques» de production d'énergie. Par ailleurs dans l'hypothèse d'un développement massif des véhicules éléctriques, la nécessité de pourvoir les besoins appelle forcément une prise de position sur le développement de l'énergie nucléaire...

Les avantages liés à l'utilisation de l'atome sont nombreux et réels. Mais l'introduction de l'incertitude dans la mesure du risque radiologique lié aux faibles doses vient enrichir la notion de risque nucléaire elle-même alors que celle-ci était, pensait-on, bien balisée.

Le risque nucléaire est le risque de contamination radioactive plus ou moins grave que peuvent supporter des travailleurs, des populations, l'environnement, à l'occasion de l'utilisation ou de la détention de matières nucléaires, que ce risque soit de fonctionnement, accidentel ou suppose enfin une intention délibérée de nuire. Face à ces catégories de risques, ont émergé des réglementations «techno-juridiques»: on sait qu'il y a une réglementation de la sûreté des installations nucléaires, des réglementations propres à la gestion des déchets, aux transports de matières nucléaires et même à leur sécurité pour éviter les détournements à des fins militaires ou terroristes, enfin une réglementation de la radioprotection. Le droit de la radioprotection est l'ensemble des normes juridiques visant la protection des travailleurs et du public (donc également l'environnement naturel de ce public) contre les dangers des rayonnements ionisants. La question de la radioprotection est donc omniprésente puisque le risque d'irradiation existe dans tous les cas précités (sûreté des installations, déchets...): traiter ce thème implique alors une vision large des éléments à prendre en considération.

Passés les premiers tâtonnements de la radioprotection et la fixation des seuils de tolérance, traditionnellement le risque de contamination redouté et contre lequel a été tout particulièrement imaginée une parade technique et juridique, est le risque exceptionnel qui, s'il se réalise, sera d'une particulière gravité pour la santé humaine et la qualité du milieu. Le prototype sera bien sûr Tchernobyl qui symbolisera tous les problèmes liés à un échappement non contrôlé de la radioactivité. *A contrario,* les échappées contrôlées de radioactivité semblent par définition «maîtrisées» et leur répétition n'engendre pas d'angoisses particulières; le principe est d'ailleurs le suivant: le risque doit connaître une probabilité d'occurrence d'autant plus réduite qu'il est important. Dans cette perspective traditionnelle, il y a donc les risques considérés comme mineurs et qui peuvent avoir une certaine fréquence, parce que jugés comme maîtrisés: par exemple les installations nucléaires de base nécessitent ainsi des autorisations de rejets d'effluents gazeux et liquides radioactifs dans l'atmosphère (certes après soumission à de très lourdes procédures), les travailleurs du nucléaire sont

amenés à faire des manipulations fréquentes, mais leur régime juridique n'est pas celui de droit commun des travailleurs si bien que s'impose encore l'idée de maîtrise du risque radiologique.

Cependant, les effets des faibles doses sont incertains. Les analyses à entreprendre sur un échantillon de la population étant par nature très longues, les chercheurs, faute de temps, n'ont pas encore pu tirer de conclusions décisives de leurs travaux. Aussi les spéculations et extrapollations en ce domaine viennent des recherches «*in vivo*» effectuées sur les habitants d'Hiroshima et Nagasaki; or les modalités de contamination et d'irradiation de ces victimes sont bien spécifiques. Puisqu'il n'est donc pas possible de déterminer avec précision et certitude les conséquences liées aux faibles doses d'exposition radioactive, la question qui se pose alors est de savoir si le risque mineur et maîtrisé, au moins en apparence sur le court terme, l'est également sur le moyen et long terme.

L'absence de réponse amène à la politique du doute constructif particulièrement développée par la CIPR. Elle était aidée en cela – tout en contribuant à leur promotion- par l'émergence des principes de précaution, de responsabilité pour les générations futures consacrés internationalement, lors de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et de Développement à Rio en 1992 notamment, et qui supposent implicitement comme substrat, l'idée d'activité responsable. Eu égard au doute existant dans la communauté scientifique, exprimé par la CIPR, celle-ci estime que «l'hypothèse non infirmée d'une relation linéaire et sans seuil entre la dose et la probabilité d'apparition des effets stochastiques à faible dose est tenue « provisoirement» pour valide même si elle n'est pas formellement démontrée»[3]. En l'absence de preuve contraire, les instances scientifiques sont conduites à remettre en question cette fameuse notion de risque mineur. Par contre, elles ne renoncent pas à sa maîtrise. Tout l'art va consister à concilier l'intérêt de poursuivre l'activité nucléaire et de réduire le risque potentiellement encouru par les faibles doses, outre évidemment le risque radiologique majeur. Pour la CIPR il n'est nullement question, d'une part de faire disparaître le risque par l'arrêt de l'activité nucléaire (il y a refus de l'idée du risque nul), d'autre part de faire supporter des coûts intenables pour les responsables de cette activité (pouvoirs privés et pouvoirs publics), ce qui provoquerait une disparité dans la population quant aux bénéficiaires des allocations de ressources et remettrait en cause le crédit du bilan coût-avantage relatif à l'exploitation *lato sensu* de l'énergie nucléaire. «Si l'on veut éviter que le mouvement irréversible vers une protection toujours accrue de certaines populations n'aboutisse à une dilapidation des ressources disponibles et la création de risques pour d'autres populations, il faut alors [...] rechercher pour le bien commun le meilleur compromis entre le souci de protéger au mieux les populations et celui d'utiliser avec le plus d'efficacité possible les ressources sociales de protection disponibles»[4]. Ce compromis s'est exprimé avec le principe d'optimisation que l'on connaît également sous l'acronyme anglais d'«ALARA» (*As Low As Reasonabily Achievable, economic and social factors being taken into account*). Le principe d'optimisation tend à faire du risque radiologique un risque accepté et acceptable parce que, pour le citoyen, le risque aura fait l'objet d'une analyse et d'une traduction «précautionneuses» – puique tout d'abord la majorité des scientifiques reconnaît qu'il n'y a pas de seuil en dessous duquel on est certain qu'il n'y a pas d'effets stochastiques, ensuite, l'application concrète de cette position sera un effort pour abaisser les seuils d'exposition-, pour «l'entrepreneur», les coûts sont certes alourdis mais ils demeurent économiquement acceptables: il n'y a aucune surenchère inutile.

Cette «philosophie» du risque radiologique[5] qui est proposée par la CIPR quant aux modalités de sa gestion, nous montre la

spécificité du traitement du risque technologique. L'appréhension est multicritères: la prise de conscience est le fait des scientifiques qui ont exprimé les limites de leur savoir dans le domaine de la radioprotection et qui dès lors sont à la source d'une approche à la fois humaniste du problème (approche philosophique ou éthique ou morale) et économiste. Le droit n'est intervenu qu'en fin de processus en intégrant ces différentes données pour donner un poids ou une autorité juridique à une démarche qui ne l'était pas et avait et a toujours besoin de ce relais pour étayer son action. Il est ainsi un instrument de diffusion et d'harmonisation des normes techniques, éthiques, économiques à l'origine desquelles se trouve cette institution clef qu'est la CIPR.

La maîtrise du risque radiologique n'est donc qu'accessoirement juridique; du moins, il faut partir du constat que la normalisation du risque d'irradiation n'est pas exclusivement une normalisation juridique.

Cette normalisation pluriformelle est fondamentalement à l'échelle internationale:

- L'appréhension internationale du risque radiologique se justifie tout d'abord par sa nature. Les rejets dans l'air ou dans les eaux d'effluents radioactifs ont des effets transfrontières; ceci est évident en cas d'accident impliquant des rejets massifs, mais le constat reste toujours vrai pour les périodes de fonctionnement normal , ou même incidentel, qui engendrent des rejets à faibles doses que supporte l'Etat voisin. Si le problème est international, la solution doit l'être également, quelles que puissent être les modalités de celle-ci.

- Une démarche d'ordre international s'explique ensuite par la technicité et la complexité de la matière à maîtriser, phénomène qui a impliqué une coopération scientifique internationale. La recherche dans le domaine nucléaire a suscité de multiples confrontations et réunions favorisant la communication du savoir nucléaire et de ses limites. Ainsi au niveau international, du fait de cette coopération savante, se sont imposés des normes scientifiques et techniques, révélateurs d'une certaine politique scientifique adoptée à cette échelle, normes déterminées par les représentants des sciences «dures» adoptant une démarche se voulant objective et pouvant reposer sur une preuve scientifique (ou sur la conscience de l'absence de celle-ci). Dès lors, la normalisation technique et scientifique repose sur un corps de règles consensuelles. Celles qui ont été diffusées sont les mesures qui ont réuni sinon l'unanimité, au moins une forte majorité de la communauté scientifique, et qui sont jugées indispensables, à un certain moment donné de l'état de la science, pour mener une activité nucléaire. Il y a donc autour de cette normalisation une crédibilité scientifique, même si celle-ci est toujours relative, mais une crédibilité qui permet sa propagation et une certaine uniformité dans la gestion du risque radiologique.

- Enfin, l'aspect international de la normalisation technique et scientifique s'explique par un facteur économique.

Les conditions d'exploitation de l'énergie nucléaire et l'uniformisation de ces conditions sont largement dépendantes des rapports économiques, ou plus exactement de l'avance scientifique d'un ou plusieurs pays capables d'imposer en tant que pionniers expérimentés, les principes techniques de base à l'ensemble de la communauté internationale demanderesse. Lors du transfert de technologie, rendu possible grace à un marché du nucléaire, s'opère donc un transfert des normes de l'énergie atomique appliquée, mis au point par les scientifiques et les opérateurs professionnels en ce domaine. Une sorte de «nucléaire – mode-d'emploi» favorise ainsi l'internationalisation et une certaine homogénéïté des modes de gestion de cette énergie tant dans ses différentes applications que dans sa dimension radiologique.

Si la coopération scientifique et le climat économique du nucléaire provoquent une normalisation internationale, ce phénomène est accentué par le recours à l'instrumentum juridique qui est un facteur complémentaire de diffusion de l'essentiel des normes techniques et scientifiques ou qui permet une formalisation de leur essence. Dès lors, certes, le droit est taxé de greffier, mais l'intérêt d'une telle formalisation par le droit est de permettre une uniformisation de base, d'obtenir des normes juridiques «plancher» ayant vocation à pouvoir être appliquées par l'ensemble des Etats qui optent pour le nucléaire. Il semble en effet indispensable que les nations qui font ce choix, quel que soit leur niveau de développement scientifique et économique, se voient imposer des règles juridiques minimum, au nom d'un principe d'activité responsable évoqué précedemment. On peut parler à ce titre de normes juridiques de dimension internationale que chaque Etat peut ensuite retraduire dans sa propre législation selon les spécificités de son système juridique, si bien que grâce à ces « standards internationaux», l'objectif d'une unité dans la diversité est accessible, les traditions juridiques nationales étant respectées.

La tradition est elle-même maintenue à l'échelle internationale: la formalisation juridique s'opère selon des modalités très classiques en ayant recours tantôt au processus coutumier de la *soft law* tantôt aux conventions internationales.

- En matière de radioprotection *stricto sensu*, les mécanismes juridiques internationaux coutumiers sont plus que dominants puisqu'il n'existe pas de conventions internationales sur cette question. A la source du droit international de la radioprotection se trouve la CIPR, c'est à dire une ONG qui intervient par recommandations (les plus fameuses se rencontrant notamment avec les publications 26 de 1977 et 60 de 1991) émises par un corps de scientifiques crédibles tant du fait de leur indépendance -quant au choix des travaux, quant à leur nomination – que de leur démarche objective – fondée entre autres sur les travaux du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants[6]. Ensuite les organisations internationales ayant une compétence directe en ce domaine (AIEA, EURATOM, AEN...) ou indirecte (OMS, OIT, FAO...) «ont pour objet de traduire la doctrine scientifique de la CIPR en dispositions assimilables dans les réglementations nationales»[7], en élaborant des recommandations ou des directives dont les premières ne datent d'ailleurs que de 1959.
- Pour les divers secteurs du nucléaire ayant une incidence radiologique du fait soit de la potentialité d'un risque majeur radiologique soit des dommages hypothétiques des faibles doses (impliquant un droit de radioprotection *lato sensu*), on peut trouver en complément à la *soft law* (ou dans son prolongement), des instruments conventionels classiques du droit international.

L'élaboration et l'entrée en vigueur d'une convention internationale peut être conçue comme un progrès puisqu'il y a un texte qui a une force contraignante et comme une victoire car généralement, une formalisation conventionnelle fait suite à une assez longue période de discussions et de tractations: elle en est l'aboutissement. Cependant ce style de formalisation juridique est fréquemment dénoncé; pour arriver à une adhésion la plus large possible de la communauté internationale (du moins des Etats intéressés), le texte ne portera que sur le plus petit dénominateur commun[8], après un travail de longue haleine. Une convention internationale comme celle relative à la sûreté nucléaire adoptée par l'AIEA le 17 juin 1994, entrée en vigueur en octobre 1996, qui s'est fait l'écho de la normalisation technique en ce domaine, a relevé d'une approche minimaliste. Le temps joue à l'encontre du contenu de la norme juridique; ainsi dans le cas du texte précité, entre le programme NUSS (*Nuclear Safety Standards*) élaboré par l'AIEA en 1974 sur la même question, on note une

« évaporation ». Peut-on souhaiter alors une convention squelettique, obligatoire certes, mais contenant peu d'obligations ?

Le principe de formalisation lente n'est d'ailleurs pas incompatible avec des recours subitement accélérés à la convention. Le meilleur exemple est donné avec l'accident de Tchernobyl et les deux instruments conventionnels de réaction: Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique de 1986. Sous le choc de l'événement, deux nouveaux supports juridiques pour le droit nucléaire ont été adoptés et sont entrés en vigueur avec une rapidité étonnante, véhiculant derechef deux « obligations internationales élémentaires »[9].

Mais cette riposte juridique d'urgence dont la dimension psychologique est incontestable en comblant une lacune du droit positif, s'inscrit cependant dans la continuité: les deux Conventions de 1986 ne sont que le prolongement des travaux de l'AIEA, de la jurisprudence, de déclarations internationales diverses; le terrain avait été bien balisé pour la retranscription conventionnelle.

De plus, ce type de formalisation juridique pourra s'opérer d'autant plus facilement qu'il y a reprise de principes se rattachant à une certaine conscience humanitaire communément partagée. Le droit nucléaire, en l'occurrence ici dans un cas de crise radiologique, prend en considération ce qui est « éthiquement » correct et nécessaire. Il impose un comportement que nul Etat ne peut repousser, au moins dans le discours.

Existe ainsi une une normalisation éthique, tout comme il y a normalisation scientifique et technique, relayée encore une fois par le droit nucléaire, mais plus largement aussi par les réglementations des activités dangereuses et complexes dont le droit de l'environnement s'est tout particulièrement fait le chantre. Les principes de précaution, de prévention, d'un droit à un environnement sain pour les générations futures... sont des préceptes que la communauté internationale est condamnée à accepter et à diffuser en recourant notamment au droit. La formalisation juridique est, en ce domaine, possible car elle repose sur des bases consensuelles.

Dans le secteur technique et scientifique comme en matière d'éthique, le droit ne se saisit que des principes de base. Mais à cette approche *a minima,* il tend à donner une connotation pragmatique; par exemple le principe de précaution dans notre domaine de la radioprotection se traduit par la nécessité de réduire les expositions aux faibles doses et à y assujettir les Etats qui choisissent de mener une activité en relation avec le nucléaire et engendrant radioactivité.

Cette démarche minimaliste demeure donc néanmoins ambitieuse, tout spécialement lorsque l'on fait une étude synthétique de son contenu dont on peut résumer la substance en ces deux formules; d'une part la formalisation juridique internationale de la radioprotection *(lato sensu)* tend à éviter le risque inacceptable, d'autre part il cherche à minimiser les impacts du risque radiologique imposé à l'homme et à son environnement.

I. LE DROIT INTERNATIONAL DE LA RADIOPROTECTION TEND À ÉVITER LE RISQUE RADIOLOGIQUE INACCEPTABLE

Une technologie aussi complexe que celle du nucléaire oblige à partir du principe que le risque nul n'existe pas. Quelle que soit la sophistication des méthodes et des démarches employées, le risque est inéherent à l'activité nucléaire. Le risque résiduel, c'est-à-dire celui d'une part de contamination « involontaire » lié aux hypothèses d'accident ou d'incident et d'autre part de contamination « consciente » touchant essentiellement les travailleurs du nucléaire, est acceptable lorsque, dans la balance coût-avantage, les bénéfices sont majoritaires et que l'analyse des coûts ne s'est pas

faite au «rabais». Dans cette perspective, les principes de sûreté radiologique du droit international cherchent à imposer un niveau de fiabilité nécessaire et suffisant, et ce, pour toute exploitation de l'énergie atomique: ils tendent à diffuser un niveau de protection raisonnablement réalisable par n'importe quel Etat qui opte pour cette technologie, et les Puissances qui ne se plient pas à ces principes font courrir à la communauté un risque inacceptable.

La finalité de ces principes de sûreté radiologique est donc double: il s'agit de faire cesser une exploitation non fiable du nucléaire et d'imposer des conditions sévères à l'utilisation de cette matière.

A. Les principes généraux régissant les conditions de l'exploitation de l'énergie nucléaire

Ici, un effort de synthèse à été réalisé: plutôt que d'énoncer les principes existants pour chaque type d'utilisation d'une source nucléaire, nous avons recherché les principes fondamentaux communs – sous l'angle de la radioprotection – aux différentes grandes exploitations possibles de l'énergie atomique. Qu'il s'agisse de la médecine nucléaire, des centrales électronucléaires, des déchets radioactifs... deux grandes constantes, bien sûr très générales, ont pu être relevées en tant que gage de fiabilité des activités nucléaires.

Alors que la première constante impose un cadre institutionnel adapté, la seconde exige une protection (efficace) entre la source du risque radiologique et son environnement humain et naturel.

1) Un principe institutionnel: tout Etat doit pouvoir disposer d'une structure organique adaptée

1.1. En vertu de ce principe, l'Etat est désigné comme le maître d'œuvre de l'organisation d'une structure institutionnelle fiable.

Cela implique que l'Etat détermine ou crée des organismes de réglementation et des institutions de contrôle.

• Les uns seront investis du pouvoir juridique de fixer les règles nationales de sûreté radiologique quant à l'emploi la détention, l'exploitation [...] de matières nucléaires d'après les recommandations, directives ou conventions internationales.

Cet effort soulève un problème de transcription à double titre:

D'une part, les législations nationales tiennent compte, généralement, quant aux prescriptions à imposer, de l'efficacité de techniques disponibles mais aussi de leur économie. Ainsi, puisque l'application de certaines mesures ne doit pas entraîner des coûts excessifs, les pouvoirs politiques nationaux ont à déterminer le caractère précisément excessif du montant des mesures de sûreté et à arbitrer entre les différentes dépenses nationales pour fixer l'enveloppe du budget de radioprotection. Au regard des normes techniques formalisées dans les divers instruments juridiques internationaux et des priorités définies au plan national, soit les Etats ont la capacité financière de se mettre en compatibilité voire en conformité ou même d'aller au delà, soit ils sont contraints de renoncer au nucléaire ou de se cantonner à des applications limitées, sauf aide internationale, ce qui rentrerait dans la logique de ce processus ambitieux de sûreté radiologique.

D'autre part, un principe de radioprotection comme ALARA (le niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre en matière d'irradiation compte tenu des facteurs économiques et sociaux) en créant un objectif qualitatif entraîne des transcriptions juridiques instables et toujours imparfaites qui risquent de susciter des problèmes de responsabilité insolubles: le niveau d'exposition aux sources de rayonnement est-il vraiment fixé au plus bas qu'il était raisonnablement possible de le faire? Et comment apporter la preuve du contraire?

• Quant aux autres institutions, elles devront vérifier le respect des réglementations applicables et des prescriptions imposées dans le cadre des autorisations, habilitations [...] délivrées en amont.

La crédibilité d'un tel système institutionnel sera fonction de deux facteurs:

- La séparation effective des institutions de réglementation et de contrôle des organismes (surtout lorsqu'il sont publics ou parapublics) chargés de l'exploitation ou de l'utilisation de l'énergie nucléaire.
- Crédibilité dépendante ensuite d'un financement public suffisant. En effet, les autorités reglementaires doivent pouvoir exercer un rôle réel de recherche afin de perfectionner la qualité des normes juridiques de sûreté radiologiques; les institutions de contrôle doivent être en nombre suffisant pour des inspections fréquentes, avec un personnel correctement formé aux spécificités du nucléaire; enfin il est indispensable de maintenir pendant un long laps de temps une surveillance institutionnelle ininterrompue sur les sites nucléaires à risque si l'on pense par exemple à la question du stockage des déchets radioactifs.

1.2. Si la responsabilité de la sûreté nucléaire incombe incontestablement à l'Etat sous la juridiction duquel sont exercées différentes exploitations de l'énergie atomique, cela ne désengage pas pour autant les exploitants au sens large du terme, de leur propre responsabilité.

Dans une certaine mesure, il faut considérer que l'exploitant nucléaire fait partie intégrante des cadres institutionnels. Ceci est particulièrement évident pour les exploitant du cycle nucléaire: le fonctionnement de ces installations complexes et leur contrôle ne sont qu'en partie juridicisés; une part considérable, fondamentalement technique, dépend de cet exploitant qui est alors acteur principal de la sûreté. C'est ce principe qui a été formalisé par la Convention sur la sûreté nucléaire de 1994: son article 9 affirme en effet que: «la responsabilité première de la sûreté d'une installation nucléaire incombe au titulaire de l'autorisation».

Cette implication de l'exploitant est également sous-entendue par le principe d'optimisation (ALARA) qui «doit être compris commme un moyen de contraindre les exploitants à une vigilance optimale»[10].

La culture de la sûreté radiologique passe donc à la fois par le rigorisme des institutions publiques ou parapubliques imposé aux exploitants et par le volontarisme actif de ces derniers. Le premier grand principe commun de la sûreté radiologique implique ainsi une conception large des cadres institutionnels (auxquels les «petits» exploitants du nucléaire ne nous semblent pas suffisamment intégrés), conception adaptée à la spécificité de l'exploitation de cette matière.

Pour se rapprocher de l'objectif d'une exploitation de l'énergie nucléaire sans risque inacceptable, un second principe fondamental commun s'est imposé; facilement décelable car obéissant à une logique évidente, il affirme une indispensable protection entre la source du risque radiologique et son entourage humain et naturel.

2) Un principe de protection de l'environnement humain et naturel contre les sources de risque radiologique

Les axes directeurs en la matière se manifestent à un triple point de vue.

2.1. Tout d'abord, une règle de bon sens réclame une nécessaire fiabilité des sites d'implantation des sources de risques nucléaires. Celle-ci concerne surtout les grandes installations nucléaires et donc en même temps les zones de stockage de déchets radioactifs. Le principe d'activité responsable commande que ces implantations ne se réalisent pas dans des zones sismiques, dans des régions à très forte densité démographique... plus largement dans les secteurs où les conditions géologiques,

hydrologiques, climatiques, météorologiques [...] ne sont pas idéales.

2.2. On peut ensuite relever un principe d'isolement des sources du risque radiologique.

Afin d'éviter une contamination radiologique préjudiciable à l'environnement et à la santé humaine, l'idée généralement admise est d'instaurer des barrières, des zones de protection entre les matières nucléaires dangereuses et les travailleurs, le public, la nature.

Les cas de matérialisation de ce principe sont très divers.

- On le trouve exprimé avec une particulière vigueur dans le domaine des installations nucléaires avec le concept de défense en profondeur; celui-ci se caractérise en effet par plusieurs systèmes de secours hiérarchisés et plusieurs barrières de protection qui agissent en quelque sorte suivant le mécanisme des «poupées gigognes», et qui doivent être redondants en cas de défaillance d'un des éléments dudit système de protection. Ces différents mécanismes sont désormais assez perfectionnés du fait notamment qu'ils se fondent sur des études probabilistes prévoyant à la fois toutes les séquences accidentelles possibles et même celles improbables (hors dimensionnement).
- Dans le même ordre d'idée, certains travailleurs du nucléaire doivent porter des tenues étanches (un «shadock») à détruire ou à décontaminer après utilisation; un radiologue dans certains cas n'intervient pas sans un tablier de plomb...
- La même philosophie se retrouve enfin avec une acuité particulière avec le stockage des déchets, domaine dans lequel les règles cherchent à éviter la fuite radioactive. De là découle la volonté d'une part de réduire la masse des déchets à stocker et d'autre part d'imposer des spécifications très techniques pour le conditionnement des déchets, les modalités d'enfouissement ou d'évacuation, notamment dans les formations géologiques profondes.

En l'état actuel des réflexions au sein des organisations internationales, l'isolement des déchets, et tout particulièrement des déchets hautement radioactifs à vie longue, ne doit pas être compris comme étant définitif. Puisque cette modalité de traitement du risque radiologique engage les générations futures qui sont susceptibles de trouver une technique plus performante, l'idée est de permettre dans l'avenir, une éventuelle intervention. C'est cette notion de réversibilité qui a été clairement exposée, notamment par l'agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire dans une de ses conclusions: «la mise en oeuvre graduelle des projets d'évacuation des déchets en formations géologiques laisse place à des adaptations permettant de prendre en compte les progrès de la science ainsi que l'évoluion de l'attitude de la société sur plusieurs décennies, et elle n'exclut pas la possibilité d'autres solutions qui pourraient voir le jour ultérieurement»[11].

Ce principe d'isolement motivé par l'idée d'empêcher une exposition dangeureuse à des sources radioactives du fait de «fuites» dans la biosphère reste compatible avec un autre principe qui tolère les faibles irradiations supportées notamment par les hommes.

2.3. Principe d'exposition mesurée et mesurable

D'après les moyennes mondiales, «dans l'irradiation annuelle totale, l'industrie nucléaire ne contribue au maximum que pour 0,1 % des 12 à 15 % de radioexposition à des sources artificielles (dont l'essentiel provient des irradiations médicales), qui s'ajoutent au 88-85 % de la radioactivité naturelle»[12].

Ces chiffres globaux permettent de relativiser l'impact de l'activité humaine dans ce secteur; mais comme le «club» des Etats nucléaires est assez fermé, que l'exploitation industrielle de l'énergie atomique est peu répandue et que les utilisations médicales sont pour beaucoup localisées dans les pays développés, il est logique que dans certaines zones du globe la part des radioexpositions dues à des sources artificielles soit, en pourcentage,

sûrement nettement plus élevée que ne l'indiquent ces moyennes générales.

Dans les Etats nucléarisés, le risque radiologique fait donc l'objet d'une attention particulière notamment grâce aux recommandations de la CIPR, qui, nous le savons, est à la base des diverses normalisations juridiques internationales et internes. La CIPR a secrété trois grands principes forts connus désormais dans le domaine de la radioprotection.

• Il s'agit d'une part du principe de justification selon lequel l'exposition à des sources de rayonnement doit toujours trouver un fondement rationnel; en ce sens, ce principe s'inscrit dans la logique du bilan coût-avantage qui domine l'exploitation de cette matière à risque. Le risque est alors bien mesuré puisqu'il est calculé.

• Le deuxième grand principe à connotation tout aussi pragmatique que le premier, est relatif à la détermination de valeurs limites individuelles. La CIPR recommande des doses maximales admissibles, basées donc sur des seuils à ne pas dépasser, qui vont varier selon qu'il s'agit des «travailleurs du nucléaire» ou du public, les premiers étant logiquement par destination professionnelle plus exposés que ce dernier. On peut alors parler d'un risque mesurable car quantifiable et les droits internes s'efforcent précisemment d'assurer un suivi dosimétrique des travailleurs dans ce secteur.

• Enfin le troisième et dernier principe déjà mentionné, est le principe ALARA dit d'optimisation. Celui-ci a *a priori* une dimension plus abstraite et relative puiqu'il formule un idéal à atteindre fondé en partie sur une certaine éthique: réduire aussi bas que raisonnablement possible les seuils d'exposition de manière à rendre les expositions tolérables et acceptables[13]. Mais il serait inexact de ne pas faire état de la nature et des prolongements pratiques de ce principe:

- Tout d'abord, si le principe ALARA a un aspect humanitaire, il en possède aussi un aspect marchand: l'abaissement des seuils d'exposition se fait en tenant compte des facteurs économiques.
- Ensuite, le principe d'optimisation tend «vers une limitation de l'inéquité dans la distribution des doses individuelles»[14]. Cela touche un problème très concret, particulièrement soulevé en France dans le rapport 1997 de l'Office parlementaire d'évaluation des choix technologiques et scientifiques, qui fait état d'une rupture d'égalité entre les travailleurs temporaires du secteur nucléaire, difficilement «contrôlables» et supportant alors des expositions plus importantes que les travailleurs permanents[15]. Le principe ALARA doit pouvoir être invoqué pour réduire les écarts, même si le contexte économique ne facilite pas les progrès de cette revendication.
- Enfin, la traduction du pricipe ALARA en droit interne ne peut se faire que par la fixation d'un seuil, optimisé certes, mais qui demeure fondamentalement une limite quantifiée.

Les expositions sont donc bien mesurées dans la mesure où elles sont ni trop élevées ni trop basses (presqu'équivalentes à nulles) et toujours quantifiables scientifiquement.

La conjonction de ces différents principes constitue le fondement indispensable à l'exploitation de l'énergie nucléaire. Au delà, le risque devient inacceptable; en conséquence, la seconde grande finalité des principes généraux en matière de risque radiologique est de mettre un terme à «l'entreprise» ou l'activité à risque.

B. Le principe de cessation d'activités nucléaires inacceptables, techniquement comme socialement

Cet objectif de cessation d'activité suppose une décision lourde de conséquences au plan économique et social s'il doit être réalisé. Il est un cas de figure extrême, mais néanmoins vraisemblable. Il suppose en amont une surveillance continue et corrélativement une réévaluation périodique des activités nucléaires qui permet des ajustements avant de parvenir à une solution définitive.

1) Le principe de contrôle continu

Si le principe d'un suivi permanent vaut pour n'importe quelle utilisation ou détention de produits radioactifs, les thèmes de la surveillance et de la réévaluation sont particulièrement sensibles actuellement pour les centrales nucléaires vu le contexte en la matière: il y a en effet, d'une part un vieillissement général du parc nucléaire des Etats qui ont déjà quelques annés de «pratique», d'autre part le constat formulé après Tchernobyl que les pays d'Europe Centrale et Orientale (PECO) disposaient non seulement de centrales vétustes mais surtout non fiables d'après les principes communs de sûreté.

1.1. La nécessité d'une surveillance des sites, de façon à vérifier le respect des conditions de l'autorisation d'exploitation et de maintenance générale nous semble s'être imposée assez spontanément dans les différentes réglementations. Elle est en effet le complément «naturel» des autorisations délivrées, qui ne donnent pas un droit acquis à fonctionner immuablement et indéfiniment, et qui supposent une qualité d'exploitation compatible avec le contenu des prescriptions prévues.

1.2. Le principe de réévaluation paraît quant à lui plus récent (globalement postérieur à 1986), mais il semble néanmoins s'être bien intégré dans les pratiques étatiques.

• Certains Etats font d'ailleurs des réévaluations systématiques du fait de l'originalité de l'autorisation donnée. Les autorisations de fonctionnement peuvent n'avoir qu'une durée limitée et dès lors, si l'exploitant veut continuer son activité, il doit solliciter une nouvelle autorisation, laquelle impliquera de ce fait un nouvel examen global de la sûreté.

• La grande majorité des autres Etats délivrent au contraire des autorisations illimitées dans leur principe. Or, compte tenu du caractère très évolutif du génie atomique et de l'amélioration constante du contenu des procédures d'autorisation, la nécessité d'adapter les installations existantes à de nouvelles exigences de sûreté radiologiques passe forcément par le recours à des réévaluations périodiques. Celles-ci permettent, et c'est le moins qu'on puisse en attendre, de s'assurer que le niveau de sûreté radiologique tel qu'il avait été prévu à l'origine, est toujours maintenu. Mais surtout, ces réévaluations autorisent une appréciation de la sûreté en profitant à la fois des nouvelles expériences nationales et internationales acquises en ce domaine et des dernières conceptions de sûreté appliquées.

La réévaluation ne peut conduire (au moins en théorie) qu'à une progression qualitative des conditions d'exploitation du nucléaire sur les moyen et long termes. Sur le court terme, elle peut impliquer soit l'arrêt temporaire du fonctionnement d'une installation en attendant son adapation aux meilleures techniques disponibles et économiquement viables, soit son arrêt définitif.

Les principes de surveillance et de réévaluation débouchent donc logiquement sur un principe complémentaire: celui du nécessaire déclassement des installations faisant courir un risque inacceptable.

2) Principe de déclassement

En vertu du principe de déclassement l'Etat qui ne peut assurer dans le temps les normes générales de sûreté radiologique lors de l'exploitation de la matière nucléaire, doit programmer l'arrêt de l'installation défectueuse.

Les institutions internationales comme l'EURATOM, l'AEN, l'AIEA[16] ont en ce domaine publié de nombreux travaux et sont sources actuelles et en devenir proche de la réglementation juridique du déclassement. L'AIEA a joué ici un rôle de chef de file puisqu'après une réflexion engagée sur ce thème au début des années 1970, elle adoptera en 1980 une recommandation sur les procédures concrètes à suivre pour le déclassement avec décontamination par étapes[17], et envisage expressement l'hypothèse du déclassement dans la Convention de 1994 sur la sûreté nucléaire.

Cependant l'efficacité d'un tel principe est à relativiser puisque non seulement dans les faits mais aussi en droit, il est admis que les Etats tributaires de l'énergie atomique peuvent différer le déclassement des installations peu sûres. Il n'y a qu'à citer ici l'article 6 de la Convention de l'AIEA de 1994: «pour l'échéancier de mise à l'arrêt, il peut être tenu compte de l'ensemble du contexte énergétique et des solutions de remplacement possibles ainsi que des conséquences sociales, environnementales et économiques».

Cette disposition est certes réaliste, mais risque de retarder l'application du principe. Ainsi, pour qu'elle ait pu se concrétiser juridiquement, la prise de position n'a guère été courageuse (pouvait-elle être autre ?). Néanmoins, il semble qu'une très intense coopération scientifique se soit établie sur cette question dans les PECO dont on peut trouver un soubassement juridique avec la Convention sur l'assistance en cas d'accident ou de situation d'urgence radiologique, cette dernière branche de la Convention correspondant aux difficultés rencontrées par certains PECO . Bien sûr cette coopération qui est surtout une assistance technique, scientifique, mais aussi financière de l'Ouest n'est pas totalement philantropique; mais elle cadre parfaitement avec les principes de prévention, d'activité responsable, des droits au profit des générations futures quant à un environnement sain. Mais cette démarche à la fois économique (les perspectives d'un marché nucléaire dans les PECO) et éthique (!) permet de palier la faiblesse du dispositif juridique.

La vocation première des principes de radioprotection, même si d'infinies difficultés pratiques sont rencontrées, réside ainsi dans leur vertu préventive: l'anticipation du risque radiologique laisse supposer que le risque résiduel est acceptable. Mais quand bien même il se caractériserait ainsi, la réalisation du risque résiduel dans ses conséquences dommageables entraîne logiquement une parade juridique susceptible de limiter l'impact du risque nucléaire imposé à l'environnement humain et naturel: c'est là, la seconde grande finalité des principes fondamentaux communs aux diverses applications du nucléaire.

II. LE DROIT INTERNATIONAL DE LA RADIOPROTECTION TEND À MINIMISER LES CONSÉQUENCES D'UN RISQUE RADIOLOGIQUE

Dans cette perspective, les principes essentiels que l'on trouve en aval du risque nucléaire concernent tout d'abord la gestion des accidents et des situations de crise radiologique; ensuite ils touchent à la question de la responsabilité face aux dommages subis par irradiation.

A. Les principes d'une gestion des situations de crise radiologique

Le droit international, s'inspirant des difficultés vécues au moment de séquences accidentelles -surtout celles apparues avec Tchernobyl- et des pratiques des exploitants, a développé d'une part, un principe de planification préventive des moyens de secours, d'autre part un droit à l'information pour la communauté internationale en général et pour les populations potentiellement victimes en particulier.

1) L'obligation de concevoir et d'organiser une planification d'urgence

La Convention de l'AIEA sur la sûreté nucléaire a formalisé ce principe de planification en termes très généraux; sa concrétisation laisse une relative souplesse aux Etats concernés et aux exploitants eux-même.

Globalement, de l'analyse du droit international et des droits comparés, on remarque que cette planification joue à deux niveaux.

1.1. Il y a ainsi une planification interne à l'installation qui relève de la responsabilité entière de l'exploitant. Celui-ci, éclairé par des experts et des techniciens de terrain, doit élaborer une sorte de plan de sauvegarde. Dans ce type de document sont exposées les premières mesures à prendre pour faire face au risque d'incident et d'accident de manière à contenir son expansion et limiter ses conséquences les plus néfastes liées à un échappement de la radioactivité. Ces dispositions sont destinées, certes à la pérennité de l'installation elle-même en tant qu'unité économique, mais aussi plus spécialement à la protection du personnel et de la population de manière à pouvoir procéder aux évacuations les plus rapides possibles et à la distribution de soins dans un laps de temps très court.

1.2. En parrallèle, existe une planification hors entreprise, établie cette fois-ci sous l'autorité des pouvoirs publics, mais, et c'est logique, pour l'efficacité du dispositif, toujours en association avec les exploitants. Cette planification implique la mise en oeuvre de moyens matériels et humains assez conséquents puisque son déclenchement suppose que le premier barrage des mesures internes n'a pas été suffisant pour juguler le risque.

Dans ce cas réside un risque de contamination radiologique plus ou moins grave pour l'environnement humain et naturel; il n'est donc pas étonnant que les plans d'urgence aient prévu des systèmes d'information du public, lesquels constituent le second axe de la gestion des situations de crise radiologique.

2) *L'information du public*

La norme internationale de référence est la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire qui a surgi moins de cinq mois après l'accident de Tchernobyl et qui formalise indirectement une compréhensible désapprobation de la rétention d'information dont a été victime la communauté internationale. Peut-être parce que cette obligation était trop évidente, la société internationale n'avait pas ressenti le besoin de l'ériger en obligation juridique internationale et se contentait d 'une diffusion juridique informelle ou très éparpillée. Désormais la Convention de 1986 formalise une règle «overdue»[18], règle récemment martelée encore par la Convention de 1994 sur la sûreté nucléaire et par des recommandations et directives d'institutions internationales telles que l'AEN/OCDE, la Communauté Européenne [...] lesquelles avaient déjà véhiculé ce principe à l'occasion d'autres risques aux conséquences transfrontières (Directive Seveso par exemple).

L'érection de cette obligation internationale permet de pallier la faiblesse numérique des accords bilatéraux ou tripartites en ce domaine ou même leur inexistence, révélatrice d'une sousestimation manifeste des effets transfrontières d'un accident ou incident nucléaire.

Des rejets massifs dans la biosphère de matières nucléaires peuvent avoir des conséquences catastrophiques sur la sûreté radiologique d'Etats limitrophes ou non et ceux-ci doivent pouvoir être informés suffisamment tôt pour déployer des moyens de lutte adaptés afin de protéger leur population. L'AIEA peut être dans cette perspective une centrale d'information à partir de la communication par les autorités de l'Etat d'origine du risque: sa position sera un gage dans la rapidité de la diffusion de l'information relative à l'accident, mais surtout pour donner en peu de temps une première analyse de la gravité du risque apparu sur le site et encouru par les autres nations.

Cette obligation pour l'Etat d'informer, touche au premier chef les nationaux: certains droits internes, inspirés par une philosophie libérale des droits de l'homme tendent à en faire un devoir, non seulement d'ailleurs au moment de la concrétisation du risque, mais aussi lors de la création même du risque, c'est à dire au moment de son implantation matérielle sur le territoire. Dans cette dernière perspective, le principe d'information à une toute autre connotation que celle que nous

évoquions au départ dans la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire, puiqu'il peut permettre éventuellement à une population de s'opposer à la création du risque: on peut ainsi penser aux pratiques référendaires de certains pays mis en oeuvre lors du choix des sites nucléaires par exemple. Une telle mesure est absente en droit international, l'atteinte à la souveraineté de l'Etat concurrencée par une opinion publique étrangère remettant en cause une politique publique serait intolérable.

Le droit international se limite donc à l'information en cas de situation d'urgence radiologique, en formalisant cette obligation qui demeure néanmoins récente et dont on peut espérer des prolongements plus substantiels.

Enfin le dernier principe fondamental qui s'inscrit toujours dans la volonté de minimiser les conséquences d'un risque radiologique, est celui de l'indemnisation facilitée des victimes.

B. Le principe d'allocation facilitée de dommages et intérêts

Les règles imaginées cherchent à faire échec aux principes traditionnels de la responsabilité civile mal adaptés aux spécificités des dommages causés par une source nucléaire, mais hélas les critiques du dispositif créé sont assez nombreuses.

1) Les Conventions internationales en matière de responsabilité civile du fait des accidents nucléaires[19] ont institué un mécanisme d'indemnisation dans le but de simplifier les démarches des victimes d'accidents nucléaires. Il repose sur le principe d'une responsabilité objective de l'exploitant.

On peut estimer qu'il s'agit d'une compensation (conçue comme plus favorable) face au risque radiologique subi par les victimes. Dans le cadre des régimes conventionnels précités, leur charge est considérablement allégée puisqu'il n'est pas besoin d'apporter la preuve d'une quelconque faute. De plus le responsable est désigné par avance: c'est le principe de la canalisation de la responsabilité sur la tête de l'exploitant à l'exclusion de tout autre intervenant. Sur la base d'une causalité matérielle, les victimes ont donc la certitude de trouver un «responsable», qui de surcroît sera solvable car il y a obligation d'assurance. Enfin l'Etat pourra venir à titre subsidiaire dans l'hypothèse d'une défaillance de l'exploitant ou de l'assureur, ou encore pour compléter les versements dont les montants dépassent la capacité financière de l'exploitant.

Ces différents grands principes, conçus pour un dédommagement rapide et d'un montant très honorable (car les citoyens n'ont pas à être doublement victimes: par le risque créé et par une procédure juridique trop complexe), n'apportent pas pour autant une situation idéale.

2) Nous soulignerons seulement les critiques les plus manifestes

2.1. Tout d'abord, les montants des indemnités sont limités. L'existence de plafonds de garantie s'explique aisément par une considération économique: trouver un assureur (en fait un pool de coassurance ou de réassurance) qui accepte un risque effectivement assurable et n'impliquant pas un paiement prohibitif pour l'exploitant. En l'occurrence, les limites fixées par la Convention complémentaire de Bruxelles s'élèvent à un total de 300 millions de droits de tirages spéciaux (DTS), avec des clefs de répartition entre l'exploitant, l'Etat du territoire (montant maximun de 175 millions de DTS), et l'ensemble des Etats parties à la Convention.

2.2. Par ailleurs, la responsabilité de l'exploitant connaît une limite temporelle, qui pour l'instant est de 10 ans à compter de la date de l'accident nucléaire. Cette responsabilité décennale qui vraisemblablement deviendra trentennaire pour tout décès ou dommages

aux personnes ensuite d'une révision de la Convention de Vienne, pose d'incontestables difficultés, soulevées notamment par l'AEN à propos des installations d'évacuation des déchets radioactifs[20] dont le régime de responsabilité dépend des deux Conventions de Paris et de Vienne à défaut de convention spécifique. Vu la particularité de ce type d'activité, la question de la date de l'accident peut poser problème car il se peut très bien «que le moment auquel s'est produite l'émission de radioactivité qui est à l'origine du dommage, demeure indeterminée»[21]. De plus, retenir une période ausi brève que 10 ou même 30 ans peut surprendre au regard de la longévité radioactive des déchets évacués et des perceptions variables des dommages selon les individus.

2.3. La troisième critique majeure des dispositifs conventionnels tient au champ d'application prévu.

En premier lieu, il y a une limite qui tient à la nature conventionnelle de la normalisation, qui par définition ne couvre qu'une zone géographique restreinte: ne sont concernées que les parties contractantes.

Ensuite, tous les dommages radiologiques ne sont pas indemnisés. Prenons l'exemple de la Convention de Paris: il ressort de l'article 1a)iv) que sont exclus de ce dispositif les radio-isotopes destinés aux utilisations scientifiques, médicales, industrielles, ou commerciales qui se trouvent en dehors d'une installation nucléaire. Existent donc des limites posées par la Convention elle-même quant au dommage réparable, au principe d'indemnisation facilitée; «les applications ne présentant qu'un risque minime ont été écartées»[22]. Seuls les dommages couverts sont donc *a contrario* «importants» -c'est à dire ceux définis comme tels par chaque Etat puique le mécanisme conventionnel renvoit au droit interne, notamment pour fixer l'étendue de la réparation-, car mettant en jeu des matières fissiles, des produits ou des déchets radioactifs détenus dans une installation nucléaire ou résultant d'un accident de transport de substances nucléaires.

Il est certes dans la logique du système imaginé de poser des bornes à l'indemnisation, précisemment parce qu'il y a des plafonds de responsabilité. Mais sur le plan de la radioprotection, on sait que la notion de risque mineur est battue en brèche par la CIPR elle-même qui reconnaît ne pouvoir prouver scientifiquement qu'il n'y a pas d'effets stochastiques du fait d'exposition à de faibles doses d'irradiation. Comment justifier en équité qu'une victime à long terme qui rentre dans le cas de figure de l'exclusion de l'article 1a)iv) de la Convention de Paris, victime engendrant par exemple un enfant avec des malformations génétiques, ne puisse bénéficier des avantages d'un dispositif conventionnel pensé comme un moyen de rendre le risque radiologique plus supportable, alors qu'une victime à court terme, subissant les conséquences dommageables d'une irradiation massive due à un accident ou un incident assez grave dans une installation nucléaire au sens de la Convention, se verra automatiquement appliquer un système d'indemnisation facilité?

L'application par les tribunaux de chaque Etat du principe ALARA peut être un moyen de réduire la disparité flagrante dans le traitement de situations qui dans leurs résultats sont très proches.

Mais nous n'en sommes actuellement qu'à des balbutiements (Tribunal de grande instance de Sarreguemines relatif à un accident d'irradiation à Forbach[23], arrêts rendus au Etat-Unis: arrêt O'conner v. Commonwealth Edison Co, affaire In re: Three Mile Island (TMI) jugée par une cour d'appel, arrêt James v. Southern California Edison Co[24]). Les jurisprudences ne sont pas significatives puiqu'aucune haute juridiction telle que la Cour Suprême des Etats-Unis, la Cour de Cassation ou le Conseil d'Etat français, n'a eu à se prononcer pour le moment.

Les réflexions suscitées par la question de la responsabilité et de l'indemnisation sont

fort nombreuses; actuellement on peut estimer qu'il y a un fourmillement d'idées, de propositions en vue d'améliorer les performances du droit international dans ce secteur particulier certes, mais dans le domaine nucléaire plus largement. Plus que jamais, le thème de la radioprotection met en avant l'éternel balancement de l'Homme asservi par la matière et de la matière asservie par l'Homme.

NOTES

1. STROHL, Pierre, *Les risques résultant de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire*, Centre d'étude et de recherche de droit international et des relations internationales, Académie de droit international de la Haye, Martinus nijhoff publishers, 1994, p. 25.
2. LOCHARD, J. et GRENERY, M. C., «Les bases éthiques et juridiques du principe d'optimisation de la radioprotection», in *Bulletin de droit nucléaire*, n° 52 décembre 1993, p. 12.
3. LOCHARD, J. et GRENERY, M. C., op. cit., p. 12.
4. LOCHARD, J. et GRENERY, M. C., op. cit., p. 15.
5. LOCHARD, J. et GRENERY, M. C., op. cit., p. 25.
6. STROHL, P., op. cit., p. 50.
7. Idem, p. 51.
8. STROHL, P., op. cit., p. 93 et suivantes.
9. STROHL, P., op. cit., p. 75.
10. LOCHARD, J. et GRENERY, M. C., op. cit., p. 20.
11. Opinion collective sur les fondements environnementaux et éthiques de l'évacuation des déchets radioactifs en formations géologiques – 1995 – aprouvée par le Comité de direction de l'énergie nucléaire de l'OCDE, in *Bulletin de droit nucléaire*, n° 55 , p. 50.
12. STROHL, P., op. cit., p. 55.
13. Cf. les excellents développements de LOCHARD, J. et GRENERY, M. C., op. cit., p. 17
14. LOCHARD, J. et GRENERY, M. C., op. cit., p. 11.
15. Cf. l'article de Mme MILLET-DEVALLE, A. S., publié dans cet ouvrage.
16. Cf. l'article de HORBACH, N. et HANENBURG, E., «Aspects juridiques du déclassement des installations nucléaires: approche comparée», in *Bulletin de droit nucléaire*, n° 58, p. 34-38.
17. Cf. note 16.
18. STROHL, P., op. cit., p. 75.
19. Convention de Paris – OCDE – signée le 29 juillet 1960, Convention de Bruxelles complémentaire à la Convention de Paris, Convention de Vienne – AIEA – signée le 31 janvier 1963, accord du 21. septembre 1988 englobant les Conventions de Paris et Vienne en un Protocole commun, Convention de Bruxelles du 23 mai 1962 relative à la responsabilité des exploitants de navires nucléaires, relayée par la Convention relative à la responsabilité civile dans le domaine du transport maritime de matières nucléaires, Bruxelles, 17 décembre 1971.
20. CF. *Bulletin de droit nucléaire*, n° 55, juin 1995, p. 19.
21. *Bulletin de droit nucléaire*, n° 55, juin 1995, p 21.
22. STROHL, P., op. cit., p. 145.
23. *Bulletin de droit nucléaire*, n° 52, décembre 1993, p. 37.
24. *Bulletin de droit nucléaire*, n° 58, décembre 1996, p. 74 et s.

BIBLIOGRAPHIE

ABRAS J. J., «Maintenance et radioprotection», in *Revue générale nucléaire*, 1995, n° 6, novembre-décembre, p. 431 et suivantes.

Actes du colloque «Nucléaire-Santé-Sécurité», Montauban 21-23 janvier 1988, Conseil Général de Tarn et Garone.

Académie de droit international de Haye, Centre d'étude et de recherche de droit international et de relations internationales, *Les risques résultant de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléair*, Martinus Nijhoff publisher, 1993.

AEN, Secrétariat, «Questions soulevées par l'application des Conventions sur la respnsabilité civile nucléaire aux installations d'évacuation des déchets radioactifs», in *Bulletin de droit nucléaire*, n°55, juin 1995, p. 19.

BIRRAUX, Cl., *Rapport sur le contrôle de la sûreté et de la sécurité des installtions nucléaires*, Office

Parlementaires d'Evaluation des Choix Technologiques et Scientifiques, 1997.

BOEHLER, M.C., «A propos du principe d'optimisation de la protection radiologique et du principe de précaution», in *Revue générale nucléaire*, 1996, n° 6, p. 15.

BREGEON, B. et VASQUEZ, G., «La radioprotection dans le groupe Framatome», in *Revue générale nucléaire*, 1996, n°6, p. 37.

CANALES, J. M. (Dr), «Surveillance médicale des travaileurs du nucléaire», in *Revue générale nucléaire*, 1996, n° 6, p. 46.

DOLLO, R. et THEZEE, Ch., «Radioprotection des intervenants dans les centrales EDF», in *Revue générale nucléaire*, 1996, n° 6, p. 28.

EDF-CEA-COGEMA, «Gestion des déchets très faiblement radioactifs», in *Revue générale nucléaire*, 1995, novembre-décembre, p. 463.

FLORENCE, D., «La surveilance de l'environnement autour des centrales», in *Revue générale nucléaire*, 1996, n° 6, p. 22.

HORBACH, N. et HANENBURG, E., «Aspects juridiques du déclassement des installations nucléaires: approche comparée», in *Bulletin de droit nucléaire*, n° 58, décembre 1996, p. 9.

KISS, A., *Droit international de l'environnement*, Etudes Internationales, Pédone, 1989.

LEFAURE, Ch., «Gérer le risque radiologique: ALARA un principe, une obligation, un état d'esprit», in *Revue générale nucléaire*, 1995, n° 6, p. 427.

LOCHARD, J. et GRENERY, M.C., «Les bases éthiques et juridiques du principe d'optimisation de la radioprotection», in *Bulletin de droit nucléaire*, n° 52, décembre 1993, p. 9.

MASSE, R., «Point de vue sur les nouvelles normes», in *Revue générale nucléaire*, 1996, n° 6, p. 12.

MARTIN, G. J., «Précaution et évolution du droit», *Dalloz*, 9 nov. 1995, p. 299 et s.

MARTUZZI, M. et CARDIS, E., «Etude épidémiologique sur les travailleurs du nucléaire», in *Revue générale nucléaire*, 1996, n° 6, p. 42.

NÉNOT, J.C., «Radioprotection et faibles doses», in *Revue générale nucléaire*, 1996, n° 6, p. 5.

PIECHOWSKI, J., «Le Bureau de la Radioprotection à la Direction générale de la Santé», in *Revue générale nucléaire*, 1996 n° 6, p. 9.

RAINAUD, J. M., *Le droit nucléaire*, Que sais-je, n° 2902, PUF, 1994.

RÉMOND-GOUILLOUD, M., *L'incertitude et le droit; responsabilité et environnement*, 1996-2, pp. 101-106.

ROYER, Dr, RAYNAUD Dr et GELAS Dr, «Surveillance dosimétriques des travailleurs de l'aval du cycle du combustible nucléaire», in *Revue générale nucléaire.*

WIEDIS, D. et JOSE, D., «Le principe ALARA: deux arrêts aux répercussions radicalement différentes», in *Bulletin de droit nucléaire*, n° 58, décembre 1996, p. 74.

Le principe de précaution et la radioprotection

Marie-Claude BOEHLER

«Attendre d'en savoir assez pour agir en toute lumière, c'est se condamner à l'inaction.»

JEAN ROSTAND (1894-1977), *Inquiétudes d'un biologiste*

INTRODUCTION

Le nucléaire a d'abord été un événement scientifique, puis un fait militaire qui a pénétré la conscience et l'intelligence humaines de manière irréversible. «Le 2 décembre 1941, la construction de la première pile atomique divise l'histoire de l'humanité en deux»[1]: ce jugement que l'on doit à l'un des pionniers de la physique nucléaire, Max Born, est notamment relayé par Frédéric Joliot qui affirmait: «c'est aussi grave et aussi important que la découverte du feu». La science nucléaire, longtemps encore après les événements d'Hiroshima et Nagasaki, a fait l'objet d'une foi scientiste et d'un enthousiasme inconditionnel. Martin Heidegger décrit en 1955 l'état d'esprit qui règne alors dans le monde, où l'on croit avec l'énergie atomique «découvrir le nouveau bonheur»[2]. Il rappelle que «le trait caractéristique le plus évident de l'âge atomique est la bombe atomique. Mais ce trait est encore superficiel: car on a tout de suite reconnu que l'énergie atomique pouvait aussi être utilisée pour des fins pacifiques». En juillet 1955, dix-huit Prix Nobel déclarent textuellement dans un appel: «la science – ici la science la plus récente de la nature – est une route conduisant vers une vie plus heureuse de l'homme».

Que penser de cette déclaration qui ne procède d'aucun effort de méditation ni de recherche du sens de cet âge atomique, au risque de méconnaître les conséquences d'Hiroshima et de n'avoir su prévenir celles de Tchernobyl sur la confiance sociale par rapport à l'énergie nucléaire ? Albert Einstein affirmait: «l'avènement de l'énergie atomique a transformé tout, sauf notre manière de penser»[3]. Martin Heidegger, plus critique, répondait à cette interrogation que «nous oublions de penser». Du moins l'homme de l'âge nucléaire pense, mais renonce trop souvent à jouer la «pensée méditante» contre la «pensée simplement calculante». «C'est pourquoi sur tout le globe, rappelle Heidegger, les physiciens de l'atome et leurs techniciens s'efforcent aujourd'hui (1955) de mettre sur pied, dans de vastes organisations, l'utilisation pacifique de l'énergie atomique».

Mais est-ce le rôle de ces seuls physiciens et techniciens ? Michel Serres, considérant qu'Hiroshima est un événement fondateur, écrit que «les grands problèmes contemporains, depuis le matin d'Hiroshima, passent par l'ensemble des rapports de la science et du droit. Nous avons à réinventer le lieu de ces rapports, nous avons à produire donc une nouvelle philosophie pour que les juristes puissent inventer un nouveau droit et, peut-être, les savants une nouvelle science. Le moment critique consiste [...] à donner à la philosophie la responsabilité de faire, d'inventer, de produire ce qui permettra de produire, d'inventer, de dire un droit, de savoir, d'appliquer une science»[4].

Cette réflexion de Michel Serres prend plus d'acuité encore après l'accident de Tchernobyl qui marque entre la société civile et les experts scientifiques et politiques la fin d'un «pacte», dans lequel les rapports de la science nucléaire et du droit ont longtemps été ceux d'un droit asservi à une science déterministe et qualifié parfois de véritable «codification de la confiance» accordée au scientifique. Le droit dans ce domaine s'est souvent trop conformé à la réalité scientifique et technique, alors qu'il aurait dû parfois se situer à un niveau minimum d'abstraction pour laisser davantage place à la pensée méditante.

Dans le domaine particulier de la protection radiologique, la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR), organisation non gouvernementale, s'attache à proposer une ouverture vers cette pensée méditante en intégrant dans ses Publications successives des jugements de valeurs d'ordre éthique, social et économique. La CIPR, confrontée à l'incertitude scientifique sur l'existence d'effets sanitaires aux faibles doses d'exposition aux rayonnements ionisants, ne peut plus dire la science et retrouve le chemin de la voie de la méditation selon Heidegger, en adoptant face au doute une démarche de précaution. La précaution, consistant dans le doute à non pas s'abstenir mais agir de façon prudente en limitant autant que raisonnablement possible le risque, est ici une façon de réintroduire de la pensée nécessairement méditante et raisonnable et pas simplement calculante pour une action responsable en univers incertain.

Dans ce contexte d'incertitude, la radioprotection exige une approche multidimensionnelle, défendue par Lauriston S. Taylor, qui fut un membre éminent de la CIPR: «dès 1957, je déclarais: «la radioprotection n'est pas seulement affaire de science, c'est une question de philosophie, de morale et d'information au plus haut niveau. J'avais ajouté, par la suite, «d'économie, de politique et d'action publique», mais ce sont tous des éléments d'approche idéologique»[5]. Cet avis est partagé par l'un des directeur d'EURATOM, Enrico Jacchia, qui dés 1964 écrit: «il faut adopter une ligne de conduite qui doit s'inspirer d'une sage prudence: c'est-à-dire que nous devons déployer tous les efforts pour limiter le plus possible le risque dérivant des rayonnements, tout en continuant à les employer pour les bénéfices immenses qu'ils peuvent apporter à notre santé et à notre bien être matériel. Le problème est difficilement exprimable en termes quantitatifs ou en formules mathématiques. La protection contre les rayonnements n'est pas seulement matière à recherche scientifique et à réglementation; elle est aussi, et dans une large mesure, une question de philosophie, de morale, de pure et simple sagesse»[6].

L'éthique de l'action responsable que propose la CIPR constitue en ce sens le lieu philosophique du rapport entre la science et le droit, évoqué par Michel Serres, qui permet aux juristes d'inventer un nouveau droit, et donc en conséquence d'appliquer peut-être une science d'une façon nouvelle. Jean-Marie Rainaud rappelle que «par les problèmes excessifs qu'il pose, le nucléaire a ouvert la voie à un droit nouveau dans lequel éthique et juridique se soutiennent»[7]. Le principe de l'action sage et prudente qu'est la précaution en univers incertain est illustré, dans le système de gestion du risque radiologique proposé par la CIPR, par l'appel au raisonnable (principe d'optimisation ou principe ALARA – As Low As Reasonably Achievable/«aussi bas que raisonnablement possible») qui correspond à une problématique de réduction du risque radiologique. A l'avant-garde de la gestion du risque, le principe ALARA s'apparente à la recherche d'un compromis fondé sur les critères suivants: prudence, efficacité économique, équité et responsabilité collective. Davantage assimilable donc à une norme sociale plutôt que scientifique, il se départit du jugement scientifique de fait sur la base duquel repose la logique du seuil. La philosophie du risque radiologique, articulée autour de son principe directeur ALARA, offre à l'éthique et au droit de la radioprotection la

possibilité d'une symbiose susceptible d'être déterminante dans une dynamique d'acceptation du risque radiologique[8].

Considéré à juste titre comme un véritable laboratoire juridique pour l'étude des risques environnementaux et sanitaires, le droit nucléaire, et en particulier ici le droit de la radioprotection, a largement inspiré le droit de l'environnement. La même approche dynamique de la précaution adoptée par la CIPR a été suivie par le droit international et national de l'environnement face à la grande incertitude des savoirs scientifiques sur la question du changement climatique. La Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement de juin 1992 consacre juridiquement le principe de précaution en ces termes: «pour protéger l'environnement, des mesures de précaution doivent être largement appliquées par les Etats selon leurs capacités. En cas de risques de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement». La logique du principe de précaution, qui inspire la philosophie du risque radiologique proposée par la CIPR et qui a aussi été adopté par le droit de l'environnement, offre au droit et à la science la possibilité de se réconcilier dans une osmose qui aujourd'hui est le défi de la gestion et surtout de l'acceptation des risques de demain.

A tant parler aujourd'hui du principe de précaution, les experts ne sacrifient pas à un phénomène de mode mais à une certaine prise de conscience que la précaution doit aujourd'hui interpeller et guider celles et ceux qui décident et agissent dans le cadre d'activités confrontées à la prise de risque. La responsabilité qui modèle a priori l'action dans la prise de risque et sanctionne a posteriori les conséquences de celle-ci entre dans un nouvel âge: celui de la culture du risque perçue à travers l'idée de précaution. La précaution, née de l'incertitude scientifique même, confronte notre société à la «faillite» de toute approche normative et prescriptive résultant de la logique du savoir scientifique en nous appelant à adopter de nouvelles formes de comportement qui ne consistent plus en un simple respect des prescriptions réglementaires. Dans le domaine de la radioprotection, la précaution donne au droit l'opportunité de ne plus apparaître comme le servant des scientifiques, mais comme porteur par le principe ALARA d'une éthique d'action responsable en univers incertain. Elle tend ici à construire socialement le débat autour des questions liées à la nature et aux niveaux de risque qu'une société est capable de tolérer pour garantir son développement durable qui vise à satisfaire les besoins actuels sans compromettre la possibilité pour les générations futures de pouvoir satisfaire leurs propres besoins.

I. FACE À L'INCERTITUDE SCIENTIFIQUE: LE QUESTIONNEMENT RESPONSABLE DE LA PRÉCAUTION

Le concept de précaution émerge dans les années 1970 dans le contexte de nos interrogations sur le changement climatique vécues comme les premiers signes avant-coureurs de nouvelles menaces pour l'avenir de la planète. La menace se singularise ici par le problème de l'irréversibilité des dommages susceptibles de survenir. L'inquiétude sociale naît tant de cette éventuelle impuissance qu'il y aurait à revenir en arrière que de la grande incertitude des savoirs scientifiques sur la question du changement de climat.

Une définition juridique modérée de la précaution

Cette crainte exprimée par le corps social réclamait que les politiques réagissent au niveau international. Aussi, le principe de précaution est évoqué dès 1972 dans la Déclaration finale de la Conférence de Stockholm sur

l'environnement humain, puis mis juridiquement en application pour la première fois en 1985 dans la Convention de Vienne sur la protection de la couche d'ozone. Ce principe entre ensuite dans le droit positif européen à l'article 130 R du Traité de Maastricht de février 1992 qui le cite sans cependant le définir. La Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement de juin 1992 le consacre en droit international en son principe 15 dans les termes précités.

Le principe de précaution associé à la protection de l'environnement vient donc désormais offrir, en complément de l'arsenal juridique adapté au risque certain qui comprend notamment le principe de prévention et celui de pollueur-payeur, une nouvelle ressource juridique qui exprime un modèle d'anticipation pour penser et traiter le risque incertain. Jusqu'ici, la logique était de considérer que les capacités d'assimilation de l'environnement étaient telles que l'incertitude s'analysait en une présomption de non dangerosité de l'action ou de l'activité susceptible d'avoir un impact sur cet environnement. Le principe de précaution innove dans le sens où il inverse la situation. Le bénéfice du doute profite désormais à l'environnement. Le principe de précaution instaure une présomption de dangerosité par rapport à toute nouvelle action ou activité pour la seule raison qu'elle engendre une incertitude scientifique.

La France est un des premiers Etats à avoir conceptualisé ce principe dans son droit interne par une disposition législative. On le trouve dès 1992 dans le mécanisme mis en place par la Loi du 13 juillet relative au contrôle et à l'utilisation des organismes génétiquement modifiés. La Loi Barnier du 2 février 1995 sur le renforcement de la protection de l'environnement le rend applicable dans le droit français de l'environnement en ces termes: «l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable».

La loi Barnier donne une définition modérée de la précaution emportant l'idée d'action prudente qui correspond à celle que le dictionnaire retient du terme «précaution»: «disposition prise au préalable pour éviter un mal ou en atténuer l'effet» ou bien encore «manière d'agir prudente, circonspecte». Le principe de précaution est alors prescriptif de normes de comportement dans ce sens particulier où il oblige à prendre des mesures de protection par rapport à la prise de risque dans le cadre de l'activité à engager ou en cours. A l'encontre de cette approche modérée développée par la Loi Barnier, il existe une interprétation plus radicale de la précaution qui privilégie une logique d'inaction consistant à préférer, selon l'adage «dans le doute, abstiens-toi», la réduction ou la cessation totale de certaines activités industrielles tant que l'on ignore les conséquences, ou de façon plus restrictive encore, tant que l'on n'a pas fait la preuve de l'innocuité absolue des activités.

L'appel de Heidelberg

Une partie du monde scientifique s'est insurgé contre cette attitude qui consiste à «considérer comme légitime l'adoption par anticipation de mesures touchant une source potentielle de dommages sans attendre de disposer d'assurances scientifiques quant au lien de causalité entre l'activité en question et le dommage craint»[9]. L'appel de Heidelberg signé en 1992 à la clôture de la Conférence de Rio par quelque trois cents membres de la communauté scientifique et intellectuelle (dont plus de cinquante Prix Nobel) est venu stigmatiser le postulat prudent de la précaution qui vise à mettre en valeur le plus tôt possible les signaux faibles d'alerte et qui admet qu'en situation de risques, une hypothèse non infirmée devrait être tenue «provisoirement» pour valide, même si elle n'est pas formellement démontrée. Ils ont en effet déclaré qu'«il

n'est pas raisonnable, il n'est pas prudent, que des décisions politiques majeures soient prises sur des présomptions qui doivent certes être examinées, voire prises en compte, mais ne sont, en l'état actuel de nos connaissances, que des hypothèses». Une quarantaine de chercheurs français ont répliqué en soulignant dans une pétition que la recherche scientifique «sur des sujets aussi complexes que l'environnement devait éviter tout dogmatisme».

Le principe de précaution: un modèle d'anticipation sociale du risque

Et si l'on ne partage pas l'esprit de l'appel de Heidelberg, du moins peut-on aisément en comprendre le ressort, car la précaution est d'abord une prise de distance vis-à-vis de la science et de la technique qui vient ouvrir des débats hors du champ clos de la certitude scientifique. La démarche de précaution naît dans le champ de la sécurité lorsque, à partir du moment où les connaissances scientifiques restent déterminées par une large incertitude et que l'on est confronté à la prise de risque, c'est l'action sociale qui prend le relais pour une anticipation sociale du risque[10]. On quitte alors le domaine de la science pour se tourner vers l'éthique de l'action en adoptant une attitude de prudence, celle-ci permettant d'éviter de créer une situation d'irréversibilité.

Aujourd'hui, la précaution s'inscrit plus largement dans une discipline émergente qui est celle de la santé environnementale. Les débats, qui se développent autour des problèmes d'incertitudes liées aux effets sur la santé de faibles doses d'exposition à des produits toxiques et traduisent une crise de la confiance sociale par rapport à une prise de risque dont l'acceptabilité sociale se construit avec difficulté, reposent en permanence la question de l'attitude de précaution que les décideurs font prévaloir dans leur action de protection par rapport à cette prise de risque. Quelques exemples significatifs dans l'actualité récente (polémique sur la transmission à l'homme de l'encéphalopathie spongiforme bovine, affaires de l'hormone de croissance...), sont venus rappeler dans des situations d'urgence et de crise de l'expertise scientifique que l'attitude de «prudence responsable» que préconise la précaution est probablement l'une des voies susceptibles de participer à la construction de la confiance sociale par rapport à la prise de risque. En particulier parce qu'elle tend vers une meilleure prise en compte sociale des conséquences pratiques des limites des connaissances scientifiques.

Si la précaution nous recommande d'agir de façon prudente, elle ne nous indique cependant pas comment construire l'action pour que le risque soit socialement acceptable. Elle nous laisse face à tout un cortège de questions par rapport auxquelles, plutôt que de répondre, elle nous incite à continuer toujours de nous interroger par rapport à nos décisions en terme de prise de risque dans un contexte de doute ou d'incertitude. Comment conduire des actions collectives dont la légitimité ne peut reposer uniquement sur des considérations scientifiques ? Comment construire la confiance sociale ? Par quels mécanismes de décision et par quelles procédures est-il alors possible de générer l'acceptabilité sociale du risque ? C'est à toutes ces questions que la CIPR est confrontée lorsqu'elle recommande dans ses publications un système de protection qui privilégie une gestion responsable et raisonnable du risque lié à l'utilisation des rayonnements ionisants[11].

La précaution doit donc d'abord être perçue comme un principe politique définissant un véritable état d'esprit modelé par un questionnement permanent, pour plus de prudence et de responsabilisation, qui soit susceptible d'orienter l'action des décideurs de façon transparente et cohérente dans la gestion des problèmes complexes. Si la précaution est envisagée comme dans la loi Barnier ainsi qu'un simple objectif programmatique, son influence sur le droit sera mineure.

Par contre si elle émerge véritablement comme une norme légale, elle viendra non seulement modeler a priori le processus décisionnel mais pourra aussi être le principe par lequel le droit peut être susceptible de juger de la responsabilité de celui qui, en créant le risque, a porté préjudice à autrui par la manière dont il l'a géré. La justice sera alors confrontée à toute la difficulté qu'il y a à juger de l'attitude de vigilance que les hommes, qui ont fait le choix de ne pas s'abstenir, ont eue ou auraient dû faire prévaloir dans leur action[12].

Le principe de précaution: un nouveau principe de responsabilité?

La précaution se noue alors autour de questions cruciales qui touchent à la responsabilité de ces hommes qui agissent. Confrontés à la faillite de toute approche normative et prescriptive résultant de la logique rationnelle du savoir scientifique, ceux-ci sont en effet appelés à adopter de nouvelles formes de comportement qui ne consistent plus en un simple respect des prescriptions réglementaires. L'idée selon laquelle «l'absence de certitudes... ne doit pas retarder l'adoption de mesures... visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles ...» reste largement à construire dans l'optique d'une rénovation de la responsabilité. Comment caractériser une attitude de prudence et apprécier objectivement la dimension du «raisonnable»? Comment accepter la responsabilité de décisions dont les conséquences nous échappent? «Jusqu'où ne pas aller trop loin» dans l'appréciation du caractère raisonnable des actions de précaution? Autant d'interrogations qui interpellent le droit de la radioprotection et autant d'enjeux auxquels nous pourrions être confrontés à l'avenir en matière de responsabilité si les tribunaux devaient un jour interpréter ce droit à la lumière de cette culture renouvelée du risque.

II. L'EXEMPLARITÉ DU SYSTÈME DE GESTION DU RISQUE RADIOLOGIQUE: DE LA PRÉVENTION À LA PRÉCAUTION

Le principe de précaution se rattache à l'incertitude des connaissances scientifiques elles-mêmes et traduit le dilemme qui se pose entre la relativité des connaissances scientifiques et la nécessité de prendre des décisions[13]. En contre-pied de la démarche scientifique qui fait du savoir et de la prévention les symboles d'une gestion «déterministe» du risque, le principe de précaution, en intégrant la controverse sur le savoir scientifique, en appelle à une logique nouvelle en terme de prise de risque dans un contexte de doute ou d'incertitude. Le principe de précaution, dans sa dimension de substitut aux certitudes que la science peut présenter, met en jeu l'idée novatrice qu'à partir du moment où la science approche ses limites, c'est l'action sociale qui prend le relais.

L'intégration de jugements de valeur dans l'estimation des conséquences des expositions constitue tout à la fois l'exemplarité du système de gestion du risque radiologique mais aussi sa part complexe et contestable puisque l'application de ce système est déterminée par des compromis d'experts qui ne peuvent plus se cantonner au seul domaine scientifique. On peut sans doute parler désormais de problèmes «transcientifiques» qui conduisent à devoir intégrer des analyses sociales, économiques et éthiques pour s'orienter dans le domaine de l'incertain.

La prévention des effets déterministes

Historiquement, c'est sur la base du système simple et efficace de la HED (High Erythem Dosis), définie comme la quantité de rayons X capable de faire apparaître en une fois, localement, le début d'un érythème cutané, que s'est développé le référentiel de protection contre les rayonnements ionisants. Tant que le

champ des connaissances a été cantonné aux effets déterministes, qui se manifestent d'une façon certaine et quasi identique chez tous les individus exposés lors du dépassement d'une dose-seuil, l'objectif de la radioprotection a pu être conçu comme la prévention totale de tout effet chez les personnes exposées par la simple interdiction de tout franchissement des seuils de dose[14].

Sur la base des relations de cause à effet établies avec une relative certitude entre les niveaux d'exposition et l'apparition de divers effets aigus, il a été possible de définir avec assurance des «seuils d'innocuité» qui ont été transposés en l'état dans les réglementations relatives à la protection radiologique. La connaissance scientifique dicte ici le droit qui trouve dans cette certitude un champ de prédilection pour la stabilité et la force contraignante de ses instruments de mise en œuvre. La limite, entendue comme une garantie absolue de protection de chaque individu dès lors qu'elle est respectée, fait naître une obligation de résultat, dont l'inexécution suffit à déclencher la sanction. Jusque dans les années cinquante, on estimait la conformité à la limite de dose appelée «dose de tolérance», fondée sur le modèle du seuil d'apparition des effets déterministes, comme une approche satisfaisante de la protection des personnes exposées.

La gestion des effets stochastiques

A partir des études poursuivies sur les populations de radiologues exposés au début du siècle ainsi que sur les populations japonaises irradiées après les explosions atomiques d'Hiroshima et Nagasaki en 1945, il est apparu que, même en dessous des seuils d'apparition des effets déterministes, des effets stochastiques ou aléatoires (cancers radio-induits en particulier) pouvaient se manifester. Compte tenu des connaissances acquises, il n'a pas été possible jusqu'à présent de démontrer de façon irréfutable l'existence ou la non existence d'effets stochastiques pour les expositions à faible dose.

Le postulat est ici celui du doute sur le fondement duquel la Commission Internationale de Protection Radiologique a fait le pari suivant, empreint de conservatisme: l'hypothèse non infirmée d'une relation linéaire et sans seuil entre la dose et la probabilité d'apparition des effets stochastiques à faible dose est tenue «provisoirement» pour valide même si elle n'est pas formellement démontrée. Ainsi face à l'incertitude scientifique, et afin de minimiser le regret en cas d'erreur d'appréciation, une attitude de précaution a conduit à faire «comme si» ces effets existaient avec certitude. L'adoption d'une relation linéaire et sans seuil considérée comme prudente au niveau des faibles doses n'est donc pas la traduction d'une connaissance scientifique mais une construction intellectuelle destinée à fonder l'action en matière de radioprotection. Aujourd'hui, c'est essentiellement pour les très faibles doses, là où demeurent encore des incertitudes, que cette attitude de précaution reste de mise.

Le système de prévention fondé sur la notion de seuil a cédé la place au système de gestion du risque radiologique fondé sur le principe de précaution. Le concept de limite, dans sa dimension «biologique» de seuil, ou «juridique» d'interdit, ne constitue plus l'assurance d'une protection radiologique de qualité. La CIPR réaffirme explicitement dans sa Publication n°60 adoptée en 1990 que le principe ALARA, que l'on pourrait désormais qualifier de «clé de voûte» du système de protection radiologique, est le garant non plus seulement d'une «bonne protection» dont on se contentait lorsqu'on se conformait au principe de limitation des doses, mais d'une logique pragmatique de protection rationnelle et efficace fondée sur la recherche d'un arbitrage entre les coûts de protection et les niveaux d'exposition résiduels individuels et collectifs conduisant, même avec des hypothèses pessimistes, à un risque acceptable en comparaison des autres risques couramment acceptés.

L'éthique de l'action en univers incertain

La précaution relève d'une éthique de la décision nécessaire dans un contexte d'incertitude[15]. «Si l'on voit bien qu'il s'agit d'instituer une attitude de prudence face à l'inconnu, et si l'on pressent bien que l'invitation à agir en l'absence de preuve certaine n'en représente sans doute qu'un volet, ni les conditions, ni les modalités n'en sont précisées: cette éthique est à construire»[16]. L'action en radioprotection implique des décisions qui s'appliquent à un risque artificiellement créé par l'homme et qui doit, pour être acceptable, être la résultante d'une attitude «altruiste» et responsable, la responsabilité étant ici entendue au sens large de «solidarité et de risque partagé» de façon équitable et qui ordonne que soit appliquée la règle de la prudence. L'éthique de cette action, que ses origines grecques définissent comme la recherche d'une bonne «manière d'être» ou la sagesse de l'action, est formulée par la CIPR. Celle-ci s'est attachée dès l'origine à guider l'action de ses contemporains dans l'utilisation des sources de rayonnements en élaborant de façon consensuelle entre les experts de la radioprotection une doctrine cohérente de la protection radiologique sur la base des connaissances scientifiques disponibles et en proposant des recommandations pour les différentes catégories de populations exposées aux rayonnements ionisants. Elle explicite les fondements de sa position anticipatrice dans la gestion du risque radiologique en ces termes dès ses recommandations de 1950 qui prennent en compte pour la première fois le risque potentiel associé aux effets dits stochastiques: «bien que les valeurs proposées pour les expositions maximales admissibles soient telles qu'elles impliquent un risque faible comparé aux autres risques liés à la vie courante, cependant au vu de la nature insatisfaisante de la plupart des éléments sur lesquels sont fondés nos jugements, associée à la connaissance du fait que certains effets sont irréversibles et cumulatifs, il est fortement recommandé que tous les efforts soient faits pour réduire les expositions à tous les types de rayonnements ionisants au niveau le plus bas possible» (Traduction personnelle). La CIPR formule ainsi la figure de la prudence qui, sur la base de l'incertitude scientifique et de l'irréversibilité de certains effets dus aux rayonnements ionisants, génère une démarche de précaution consistant dès 1950 à promouvoir la minimisation des expositions qui évoluera dans ses recommandations ultérieures vers le concept d'optimisation.

III. LA PRÉCAUTION POUR FORMALISER LE MODÈLE D'ACCEPTABILITE SOCIALE DU RISQUE RADIOLOGIQUE

La CIPR a fait résolument prévaloir dans sa démarche de précaution une logique d'action sur toute règle d'abstention. Elle fait valoir que cette logique d'action doit se faire dans une problématique sociale du souci de l'autre qui ordonne que la prise de risque soit partagée de façon équitable dans la distribution des risques individuels et que les ressources soient utilisées de façon efficace.

Réduction des expositions et problématique du «risque nul»

Elle se départit ainsi de la logique qui consiste à faire du «risque nul» la nouvelle norme sociale, souvent véhiculée par les tenants de l'interprétation radicale de la précaution, pour lui préférer la référence au niveau de risque acceptable. Elle considère implicitement que le risque nul n'a de sens ni sur le plan de l'équité dans la distribution sociale du risque ni sur le plan de l'allocation des ressources de protection. En effet, compte tenu de la loi des rendements décroissants, qui s'applique aussi dans le domaine de la protection, la réduction des expositions coûte de

plus en plus cher au fur et à mesure que les expositions tendent vers zéro et, au-delà d'un certain niveau de protection, les gains marginaux en matière de doses évitées deviennent négligeables. Il apparaît difficilement justifiable que les ressources de protection soient ainsi accaparées pour des bénéfices extrêmement réduits dès lors que, par ailleurs, il existe des situations pour lesquelles des dépenses modestes permettent d'obtenir des réductions significatives des niveaux de risque. Du point de vue de l'allocation sociale des ressources de protection, la recherche du risque nul pour un risque particulier n'est pas acceptable, d'autant plus qu'elle s'accompagne généralement de transferts de risque du groupe que l'on cherche à protéger vers d'autres groupes. Ainsi, ceux qui prônent l'éradication du risque comme la seule solution acceptable, participent d'une démarche foncièrement égoïste. Le slogan «NIMBY» (not in my backyard), qui a fleuri au cours des dernières années aux Etats-Unis en particulier à propos du problème du stockage des déchets radioactifs, est tout à fait révélateur de cet état d'esprit individualiste et antisocial qui s'accommode de son propre confort intellectuel au mépris du souci de l'autre.

Il est intéressant de mentionner qu'historiquement le concept d'optimisation ne s'est pas d'emblée imposé comme la réponse logique à l'objectif de réduction des expositions découlant de l'attitude de prudence dictée par les incertitudes scientifiques quant aux effets associés aux faibles doses. L'émergence du concept et son affinement quant à ses dimensions économiques et éthiques se sont étalés sur presque trois décennies si l'on se réfère aux publications de la CIPR. En effet, dans ses recommandations de 1955 tirant simplement les conséquences de l'hypothèse d'absence de seuil, la CIPR préconisait de réduire les expositions «to the lowest possible level» (aussi bas que possible). C'est cette formulation qui a de fait ouvert la voie à la recherche par certains de l'objectif du «risque nul» et c'est seulement en 1959, dans la Publication 1 que l'on trouve une première ébauche du principe d'optimisation. Il y est en effet recommandé que les expositions soient maintenues «As Low As Practicable» (aussi bas qu'il est praticable). Sept années plus tard, la formule «As Low As Practicable» (ALAP) est remplacée par «As Low As Readily Achievable» (aussi bas que l'on parvient sans difficulté) et de plus la CIPR dans cette Publication 9 de 1966 précise que deux considérations spécifiques, à savoir économique et sociale, devaient être prises en compte dans la détermination des niveaux d'exposition qui pourraient être considérés comme acceptables. La Publication 22 de 1973 marque une avancée importante. D'une part, le terme «raisonnablement» est substitué à l'expression «sans difficulté» et, d'autre part, il est explicitement mentionné que non seulement les considérations économiques et sociales doivent être prises en compte, mais également, les considérations éthiques. Les publications ultérieures n'apporteront plus de modifications significatives et la Publication 26 de 1977 a donné la formulation qui depuis fait référence, à savoir: «As Low As Reasonably Achievable (ALARA), economic and social factors being taken into account» (aussi bas que raisonnablement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociaux).

Les trois principes d'action du système de protection radiologique

A partir du moment où la CIPR a adopté l'hypothèse de linéarité sans seuil pour les faibles doses et où elle considère que le risque nul n'est pas tenable, elle a été confrontée à la double question de savoir comment entrer socialement dans la problématique de réduction du risque et comment organiser socialement la prise et le partage du risque radiologique résiduel «non nul». La CIPR a ainsi été conduite à recommander un système de gestion du risque radiologique fondé sur trois principes fondamentaux, à savoir:

- le principe de justification de la pratique entraînant des expositions aux rayonnements, selon lequel «aucune pratique impliquant des expositions aux rayonnements ne doit être adoptée à moins qu'elle n'apporte aux individus exposés ou à la société un avantage suffisant qui contrebalance le détriment radiologique qu'elle induit (mais aussi le détriment social et économique associé à la pratique)»;
- le principe de réduction des expositions «ALARA» « (As Low As Reasonably Achievable) selon lequel les expositions doivent être «maintenues aussi bas que raisonnablement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociaux» ;
- le principe de limites de dose individuelles selon lequel «les expositions doivent être soumises à des limites de dose qui ont pour but d'assurer qu'aucun individu n'est exposé à des risques radiologiques inacceptables».

Ces trois principes correspondent à un modèle d'anticipation sociale du risque radiologique dont la finalité est d'aider à construire son acceptabilité au niveau social, collectif et individuel.

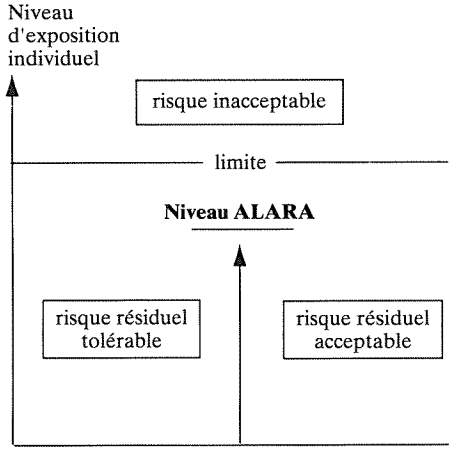
Le principe de justification pose le problème de l'acceptabilité a priori du risque radiologique au niveau social, au stade de l'engagement de l'activité impliquant l'utilisation des rayonnements ionisants. Dans la pratique, plusieurs mécanismes juridiques spécifiques de mise en œuvre de la précaution sont préconisés dans le cadre de cette procédure de justification préalable, et que l'on retrouve transposés dans les réglementations relatives à la radioprotection pour l'engagement des activités nucléaires, à savoir notamment l'étude d'impact et l'étude de risques en matière de sûreté nucléaire, conditions d'octroi de l'autorisation préalable.

L'acceptabilité du risque radiologique généré par l'activité en cours est formalisée au niveau individuel par le principe de limites de dose individuelles. La limite détermine la borne supérieure du partage du risque entre l'ensemble des individus concernés ou susceptibles d'être concernés par une exposition aux rayonnements ionisants, qu'ils soient travailleurs ou membres du public. La limite traduit le niveau social de la prudence dans le sens où elle opère dans le champ de ce que la société considère comme socialement acceptable (tolérable dans la terminologie de la CIPR) pour la prise et le partage du risque entre l'ensemble des individus sur la base d'évaluations et de déductions scientifiques mais aussi de jugements de valeur dans les domaines sociaux et économiques.

Le principe de limite de dose exprime le niveau social et quantitatif de la prudence. La limite fait naître une obligation de résultat dans le sens où elle signifie qu'elle ne peut être dépassée. Elle conserve donc un statut de seuil juridique susceptible de mettre en cause la responsabilité des acteurs en cas de dépassement. Cette responsabilité ne se fonde cependant plus sur la frontière de l'infractionnel au sens sanitaire entre ce qui est sûr et ce qui est dangereux, mais sur le jugement de ce dont les individus sont en droit de se prévaloir sur le plan de l'acceptabilité sociale du risque radiologique. Ce plafond, qui ne prend pas en considération les situations particulières des individus exposés, ne saurait cependant être considéré comme une limite «autorisée» mais au contraire comme un maxima «dissuasif» dont il faut dans la mesure du raisonnable s'éloigner.

Dans sa Publication n°60, la CIPR clarifie conceptuellement le modèle d'acceptabilité du risque radiologique. La notion de limite, qui se fonde désormais sur le concept de tolérabilité du risque[a], est définie comme la frontière entre ce qui est «inacceptable» et ce qui est «tolérable». Dans l'optique de la CIPR, le terme «inacceptable» est utilisé pour indiquer qu'en situation normale, tout doit être mis en œuvre en deçà de la frontière pour réduire les expositions vers le champ du risque résiduel «tolérable». La limite est

maintenant considérée comme la frontière basse de la région des doses inacceptables et les valeurs au dessus de la limite doivent être en conséquence très strictement réglementées. Quant aux expositions qui ne sont pas inacceptables, il convient de distinguer les expositions qui ne sont pas réellement satisfaisantes mais qui peuvent néanmoins être raisonnablement tolérées des expositions «acceptables», qui peuvent être acceptées sans amélioration supplémentaire, c'est à dire lorsque la protection a été optimisée. Ainsi, il est possible de considérer que le risque résiduel «tolérable» devient «acceptable» dès lors que la protection est optimisée, ainsi que le montre la figure ci-dessous.



Le modèle de l'acceptabilité du risque radiologique résiduel

Le rôle fondamental du principe ALARA

En réalité, c'est le principe ALARA qui caractérise véritablement une gestion responsable du risque au niveau individuel et collectif et qui est susceptible de générer mieux que l'acceptabilité, l'acceptation du risque. Les réflexions menées dans la conceptualisation ainsi que l'application largement développée dans l'industrie nucléaire du principe ALARA ont généré l'essence même de ce que devrait impliquer dans la pratique la précaution, à savoir des attitudes propres à réduire le risque radiologique «aussi bas que raisonnablement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociaux».

C'est à travers ce principe ALARA qu'apparaît toute la problématique du raisonnable qui sous-tend la démarche de la précaution. Il traduit le niveau particulier et non plus social de la prudence en organisant au cas par cas la transaction sur les niveaux de risque individuel qui de seulement acceptables deviennent des risques acceptés: ces niveaux sont en effet censés être construits pour une situation donnée par les acteurs directement concernés afin de maintenir les expositions «aussi bas que raisonnablement possible», et ceci en prenant en compte l'allocation des ressources et l'équité dans la distribution du risque individuel[17].

Le principe ALARA exprime la figure «aboutie» et qualitative de la prudence. Il est le principe du système de protection radiologique qui devrait véritablement générer la participation au niveau local de tous les acteurs effectivement concernés à un processus transactionnel pour le partage accepté du risque radiologique. Il entre dans le champ de ce que la CIPR appelle le «nécessaire caractère subjectif» du modèle de l'acceptabilité sociale du risque radiologique. C'est ce principe qui traduit le mieux cette «impossible» objectivation du niveau de risque acceptable qui ne peut prétendre à l'acceptable que parce qu'il est avant tout accepté.

La mise en œuvre du principe ALARA est souvent associée au concept économique d'optimisation, et donc à l'analyse coût-bénéfice ainsi qu'à la définition d'un équivalent monétaire des doses évitées (valeur monétaire de l'homme-sievert ou valeur d'alpha). L'optimisation peut tout aussi bien faire l'objet d'une approche pragmatique faite de bon sens. Pour les acteurs du terrain, le principe ALARA est une invite constante à étudier les projets, planifier et préparer les interventions selon la séquence classique en gestion prévisionnelle: prévision des doses, suivi des

performances dosimétriques et mise en œuvre d'actions correctrices, retour d'expérience après analyse des performances. L'analyse économique ne peut en fait constituer qu'une méthode particulière d'aide à la décision susceptible certes de faciliter la transaction sociale mais aussi de façon plus «perverse» de la résumer, voire de la «figer»: l'outil économique nous interroge donc nécessairement par rapport à la logique que nous poursuivons de la précaution mais aussi parce qu'il est susceptible d'avoir des conséquences non négligeables sur un débat en matière de responsabilité devant les tribunaux.

Le principe ALARA suppose pour l'acceptation du risque que de nouvelles formes de confiance et de lien social concourent à une gestion responsable du risque. Doit être envisagée pour sa mise en œuvre la mise en commun des objectifs de protection sur le modèle délibératif et participatif. Les formes de médiation qu'il implique signifient que l'approche normative fondée sur les limites doit alors être dépassée.

La difficile objectivation du modèle de l'acceptabilité sociale du risque radiologique

A partir du moment où le raisonnement de la norme fondée sur un seuil d'innocuité n'a plus cours, s'ouvre alors la délicate question du niveau de risque socialement acceptable. L'objectivation du modèle de l'acceptabilité du risque radiologique résiduel, dans lequel le principe ALARA joue un rôle fondamental, reste source de difficultés. Dans la mesure où la recherche des niveaux de risque acceptables ou tolérables s'opère dans le champ de la transaction sociale dans un contexte social et économique donné, le modèle international d'acceptabilité proposé par la CIPR ne peut qu'avec quelque difficulté être universellement admis. La CIPR reconnaît en l'occurrence dans sa Publication n° 60: «L'estimation des conséquences des expositions et de leurs implications nécessite obligatoirement des jugements de valeur dans les domaines sociaux et économiques ainsi que dans un grand nombre de disciplines scientifiques. La Commission a voulu rendre les bases de tels jugements aussi claires que possible, mais elle reconnaît que d'autres peuvent souhaiter atteindre leurs propres conclusions sur beaucoup de ces problèmes».

L'introduction du modèle coût-bénéfice et la valeur d'alpha a certes ouvert la voie à la formalisation du concept d'optimisation. Cependant, même si tous les paramètres doivent être exprimés en termes monétaires pour rendre possible les comparaisons, les coûts de protection devraient inclure plus que l'aspect financier et le détriment devrait prendre en compte plus que le détriment sanitaire. La nature des sources ainsi que la perception des risques qui leur sont associés sont déterminantes en matière de tolérabilité. Celle-ci, qui s'exerce davantage par rapport à la pratique ou à la situation qui cause le risque, dépend de la comparaison faite par les individus entre les avantages et inconvénients engendrés par cette pratique ou situation et qui ne sont pas uniquement liés aux niveaux de dose. L'attitude de chacun par rapport au risque est déterminée par des facteurs liés au contrôle, au bénéfice direct, à la compréhension, à la confiance, à la connaissance, à la période (actuelle ou différée) et au «volontariat» dans l'exposition par rapport aux sources du risque. Si ces facteurs sont perçus négativement, ils entraînent le rejet de la pratique. S'il existe un déficit d'acceptabilité, c'est que ces facteurs n'ont pas été suffisamment pris en compte, aussi difficile cela soit-il de les intégrer aux processus de décision.

Ces facteurs ne sont pas toujours intégrés à l'heure actuelle de façon adéquate dans la procédure d'optimisation de la protection radiologique, ce qui explique en partie que certaines décisions, considérées comme acceptables par la communauté scientifique de la radioprotection, ne sont pas acceptées par le public ou les décideurs politiques, ou de façon plus lourde de conséquences pour l'industrie nucléaire lorsqu'elles sont jugées

insuffisantes au sens «non optimisées» par les juges. De plus, les résultats de chaque étude d'optimisation variant d'une situation à l'autre en fonction des circonstances particulières, il peut s'avérer difficile d'expliquer aux personnes concernées qu'elles peuvent être exposés à des niveaux de dose différents selon les situations. Toute aussi délicate reste la question de la recherche de l'allocation rationnelle des ressources de protection découlant de la procédure d'optimisation, alors que les décideurs politiques seraient prêts à consacrer des sommes considérables pour conserver la confiance du public. Plutôt que de maintenir les distinctions subtiles qui résultent des études d'optimisation – et encore davantage quand ces études ont échoué dans la prise en compte de tous les attributs du risque –, certains experts proposent de privilégier l'adoption de valeurs génériques dans le cas des situations concernant le public, aussi simples et «caricaturales» soient-elles, afin de parvenir à une meilleure compréhension et une plus grande confiance du public[18].

Vers une «démocratie sanitaire»

La question est de savoir si l'on doit sacrifier à ces objectifs la complexité du système de gestion du risque radiologique née de l'incertitude même des connaissances scientifiques. A la réponse négative que formulent la majorité des experts à cette question, se greffe cependant leur interrogation sur la méthode susceptible d'améliorer l'acceptabilité par le public de ce système dont la complexité est garante d'un haut niveau de protection[19]. L'incertitude excluant l'élimination du risque, la prise de risque est collective et les travailleurs comme la population générale sont contraints d'en supporter leur part. «Dans le processus conduisant à l'adoption d'une norme juridique, l'incertitude n'introduit pas seulement un facteur de complexité supplémentaire; elle impose d'en modifier radicalement la méthode: le législateur est ici voué à s'adjoindre la participation du public»[20]. Le principe de précaution incite à une responsabilisation générale dans le sens où l'ensemble des citoyens, en fonction de leurs pouvoirs et de leurs compétences, doivent anticiper collectivement le risque[21]. La prise de risque sera d'autant plus volontairement acceptée qu'elle résultera d'une transaction opérée dans la transparence sur les niveaux et les transferts de risques ainsi que sur les moyens de protection mis en œuvre.

Le principe de précaution devrait ainsi générer une démocratie sanitaire. «Le plus inacceptable n'est pas que le décideur se trompe alors qu'il fait face à l'incertain, mais que sa démarche décisionnelle ne soit ni transparente, ni cohérente, ni explicite. Il est désormais crucial d'expliciter les critères quantitatifs et qualitatifs utilisés pour asseoir les décisions, organiser les débats et accroître leur lisibilité»[22]. La question n'est pas ici technique mais politique au sens de la définition par la collectivité d'une conduite à tenir face au risque grâce à une information de la population et la création d'un cadre formalisé pour un débat public[23]. La création récente en France par arrêté du 30 juillet 1996 du Ministre de l'Environnement du Comité de la Prévention et de la Précaution supposé être le dépositaire déclaré de la définition et de l'application du principe de précaution permettra t-elle de créer ce climat de confiance pour une amélioration de l'acceptation par le public du risque incertain ?

IV. LE PRINCIPE DE PRÉCAUTION: LE PRÉTEXTE D'UN «NOUVEAU» DROIT

Le mécanisme de production de la réglementation relative à la radioprotection se caractérise par une universalité de réflexion et de doctrine dans le cadre de la CIPR. Sa mission est d'élaborer les principes fondamentaux et scientifiques de la radioprotection, ces

principes étant ensuite transposés en normes juridiques au plan international puis national. Les recommandations de la CIPR[b] ont ainsi fortement influencé les normes fixées par l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), les directives de la Communauté Européenne de l'Energie Atomique (CEEA ou EURATOM) et les réglementations nationales, dont la réglementation française.

La transposition des recommandations de la CIPR en normes juridiques au plan international: les Normes Fondamentales de Radioprotection de l'AIEA et les Normes de Base EURATOM

Le Traité du 26 octobre 1956 portant statut de l'AIEA charge celle-ci d'établir ou d'adopter, en consultation et, le cas échéant, en collaboration avec les organes compétents de Nations Unies et avec les institutions spécialisées intéressées, des « normes de sécurité » destinées à protéger la santé et à réduire au minimum les dangers auxquels sont exposés les personnes et les biens. Les Normes Fondamentales de Radioprotection de l'AIEA, publiées pour la première fois en 1962, ont été révisées en 1967 et en 1982. A la suite de l'adoption en 1990 par la CIPR de ses nouvelles recommandations, le Conseil des Gouverneurs de l'AIEA a adopté le 12 septembre 1994 la nouvelle version de ces Normes établie en liaison avec l'Agence de l'OCDE pour l'Energie Nucléaire, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, l'Organisation Internationale du Travail, l'Organisation Mondiale de la Santé ainsi que l'Organisation Panaméricaine de la Santé. Le respect des Normes Fondamentales de Radioprotection de l'AIEA n'est obligatoire que pour les opérations conduites par ou sous le contrôle de l'Agence. Dans les autres cas, les Normes constituent seulement des modèles proposés aux Etats membres pour l'élaboration de leur réglementation interne.

Conformément au Traité EURATOM du 25 mars 1957, la Communauté a pour mission d'établir des Normes de base uniformes pour la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants et de veiller à leur application. A la différence des recommandations de la CIPR ou de l'AIEA, les Normes de base EURATOM qui ont été publiées sous forme de directives dès 1959 s'imposent aux Etats membres de l'Union Européenne, à chacun desquels il appartient de les transposer en droit national dans la forme et les moyens de leur choix. La Directive EURATOM fixant les Normes de base relatives à la protection radiologique de la population et des travailleurs actuellement en vigueur est celle du 13 mai 1996 qui sera ultérieurement explicitée par une communication de la Commission commentant certains articles de la Directive afin d'en faciliter sa mise en œuvre.

L'obligation de comportement

Même si la relation exposition-risque associée aux rayonnements ionisants relève d'un statut pragmatique et non cognitif, le consensus réalisé a permis d'apprécier le risque qui peut résulter de tel ou tel niveau d'exposition. Partant de là, il est possible de décider du niveau en dessous duquel ce risque est tolérable pour les travailleurs et la population. Le choix de tel ou tel niveau constitue la phase concrète de détermination du risque tolérable fondée sur l'interaction entre deux champs: celui de la science et celui des valeurs sociales et éthiques. Le législateur, à partir de la détermination du risque tolérable, peut alors transcrire dans la réglementation un système de valeurs limites d'exposition individuelles. Alors que l'effort de la CIPR porte sur le principe ALARA, les limites de dose et éventuellement les contraintes agissant comme correctif ou butoir au «libre» jeu de l'optimisation, c'est paradoxalement la fixation des

limites qui demeure la principale préoccupation de ceux qui ont la charge de transcrire en normes juridiques le système de gestion du risque radiologique recommandé par la CIPR.

Le droit de la radioprotection utilise le régime administratif et les techniques juridiques traditionnelles du droit administratif «classique» se rattachant au droit du déterminé, fondées sur la notion de seuil, qui témoignent d'ailleurs des limites du droit mais qui restent cependant dans une large mesure tout à fait adaptés dans une logique de prévention, à une gestion préventive efficace. Cependant, face au risque incertain, le principe ALARA donne peut-être l'occasion au juriste d'exercer sa fonction, qui est celle d'imprimer un sens à la réalité et d'amorcer un retour vers une règle générale. Le droit de la radioprotection doit tenter d'échapper aux prescriptions d'ordre technique, à la simple «mise en normes» en intégrant des principes généraux tels que la justification de l'activité, la limitation des doses individuelles et surtout l'optimisation de la protection qui, par ses considérations d'ordre économique, politique et social, orientent aussi l'action réglementaire vers l'édification d'un consensus social sur les choix technologiques impliquant l'utilisation des rayonnements ionisants.

Face à la «surproduction juridique» de l'administration donnant lieu à des règles complexes souvent renouvelées et d'application parfois difficile, le principe ALARA ouvre la voie vers une substitution de l'intentionnalité à la règle, ce qui en définitive correspond sans doute mieux à la gestion du risque envisagée comme la recherche de l'acceptable à un moment donné dans un contexte donné. L'alternative à un certain «ésotérisme» du droit de la radioprotection, qui aboutit à une réglementation autoritaire fondée sur des textes parcellaires et hermétiques, se trouve dans la démarche que suppose le principe ALARA. La technique juridique classique du droit administratif qui se réfère au concept de «norme-règle» et qui est adaptée à la transposition juridique du principe de limitation des doses individuelles, ne répond pas exactement aux problèmes que pose la mise en œuvre du principe ALARA: des obligations de prestations imposées traditionnellement par l'administration, il semble qu'il faille passer à une obligation de comportement des acteurs.

L'obligation de comportement face au risque incertain qui contraint chacun à multiplier les précautions face à l'inconnu remplace l'obligation de résultat qu'impose la logique de prévention du risque certain. «La précaution se situant dans des domaines incertains, aucun résultat défini a priori ne saurait être exigible, puisqu'aucun n'est sûr: l'obligation imposée est de comportement, le droit dit de moyens»[20]. L'application du principe de précaution implique en effet que l'incertitude des connaissances soit prise comme une incitation à plus de prudence. Pour générer une dynamique de décision dans un contexte d'incertitude, cette incitation doit rester raisonnable, à moins de conduire les entreprises à supporter une responsabilité telle que le principe induirait une attitude de refus du risque. Dans l'optique de l'adage «Trop de précaution nuit», il reste à définir ce que l'on entend par le caractère raisonnable de la précaution. Dans le domaine de la protection radiologique, le principe ALARA est une illustration de la dimension du «raisonnable» de la précaution. L'obligation de comportement à caractère incitatif qui sous-tend le principe ALARA motive les exploitants à faire diligence pour atteindre les objectifs dosimétriques «aussi bas que raisonnablement possible» qu'ils se sont fixés en matière de gestion des niveaux d'exposition résiduels tout en agissant au mieux des intérêts de la collectivité et de leurs intérêts propres dans le milieu concurrentiel où ils se trouvent placés.

Inspirée d'une attitude de précaution, la démarche que suppose le principe ALARA de la protection radiologique, qui correspond à la gestion du risque envisagée comme la recherche de l'acceptable à un moment donné dans un contexte donné, se traduit

pour l'essentiel par le recours à des techniques souples d'incitation et de concertation[c]. L'application du principe ALARA peut être assimilée à la mise en œuvre de «règles de l'art» qui apparaissent comme des normes de comportement, qu'il s'agisse de normes de comportement d'ordre intellectuel ou d'ordre matériel. Elles sont constituées par un appel à la recherche de modalités d'action inspirées de la prudence et de la diligence. Le principe ALARA s'apparente à un savoir faire de qualité et doit être compris comme un moyen d'inciter les exploitants à une vigilance optimale consistant à tout mettre en œuvre pour réduire les expositions aussi bas que raisonnablement possible compte tenu des facteurs économiques et sociaux.

L'optimisation de la protection radiologique implique que, par une analyse détaillée d'opérations envisagées et partant d'une expérience dans des situations similaires, on recherche les voies d'amélioration possibles et l'on décide, le cas échéant, la mise en œuvre de moyens supplémentaires à un coût jugé acceptable. L'exploitant définit ainsi des objectifs de dose à atteindre. Afin d'atteindre au mieux les objectifs dosimétriques qu'il s'est fixés, l'exploitant s'appuie dans sa démarche sur une obligation de comportement[d] des individus, laquelle requiert de sa part un effort de formation, de sensibilisation, de responsabilisation des travailleurs qu'il peut éventuellement être amené à justifier. La recherche du «mieux» dans un effort permanent d'amélioration de la qualité des actions se concrétise dans le développement de la «culture de radioprotection» que l'on peut définir de la façon suivante: «la culture de radioprotection représente l'état d'esprit par rapport à la radioprotection, à savoir l'image que chaque individu ou chaque organisation s'en fait, la valeur qui lui est donnée et l'intérêt qui lui est porté. Cet état d'esprit conditionne les attitudes et pratiques mises en œuvre dans l'activité professionnelle»[23]. Elle repose sur le préalable indispensable que tous les acteurs concernés ont conscience qu'un risque radiologique «potentiel» existe aux faibles doses et que la protection radiologique a pour but de préserver leur santé. Le postulat est celui du «savoir pour agir ensemble» dans une relation de confiance qui rend possible une organisation responsable de la prise de risque.

Cette organisation repose sur une approche prédictive (l'anticipation des risques et les moyens de les réduire doivent être envisagés), informative (qui se traduit par un droit à l'information et un devoir d'information sur les risques, par la transparence sur les niveaux de risque et les actions de protection, ainsi que par un droit à la production d'information par l'incitation à de nouvelles recherches dans des domaines tels que par exemple la radiobiologie ou l'épidémiologie) ainsi que sur une action de formation, de concertation, de motivation, de sensibilisation et de responsabilisation des travailleurs.

La culture de radioprotection met en évidence que la dynamique de la précaution s'organise autour de règles de forme définissant le cadre d'élaboration des décisions et non autour de prescriptions prédéterminant le contenu des actions à entreprendre. Cette culture exige l'engagement concerté et permanent des responsables comme des exécutants tant au niveau de la conception que de l'exploitation des installations pour que puissent exister au niveau local des instances de type partenarial telles que les groupes ALARA où se détermine la mise en commun des objectifs et des actions de protection. Ce que fait donc le principe ALARA, c'est promouvoir une approche du partage du risque qui s'attache à renvoyer à la concertation et au débat la mission de décider des actions à mettre en œuvre ainsi que de la finalité de l'action[24].

L'effort constant de l'exploitant en vue de mettre en œuvre l'objectif ALARA est ici l'objet de l'obligation. L'exploitant peut donc être tenu pour responsable non pas de ne pas avoir atteint un résultat précis et chiffré correspondant à une dose optimisée, mais de ne pas avoir mis en œuvre les actions raisonnables pour réduire les doses. On peut imaginer

toutes les difficultés d'interprétation susceptibles de survenir en matière d'appréciation soit par l'autorité compétente, soit par le juge, du caractère supposé raisonnable ou non de ces actions. Il est en effet extrêmement difficile de déterminer si l'optimisation a été atteinte dans la mesure où le but, considéré comme un objectif de qualité plutôt que comme un objectif de dose spécifique, ne peut que recevoir une définition variable en fonction de la spécificité des situations particulières (différente allocation des ressources, évolution des technologies disponibles...).

Les règles du jeu de la responsabilité bousculées par le principe de précaution

L'arrêt Rossi du Conseil d'Etat du 4 janvier 1995 pourrait avoir discrètement consacré en France une première application juridique du principe de précaution dans le contrôle de légalité des actes administratifs en matière d'environnement, avant même l'adoption de la loi Barnier du 2 février 1995[25]. Ayant à apprécier la légalité d'un arrêté préfectoral portant déclaration d'utilité publique des travaux de captage d'eau et délimitant, autour du point de prélèvement d'eau, un périmètre de protection rapprochée, le Conseil d'Etat décide que «le fait que le test d'infiltration à la fluorescéine n'ait pas permis de confirmer de tels risques, ainsi que le fait que le rapport hydrogéologique [...] n'ait pas estimé que le périmètre de protection rapprochée était insuffisant ne sont pas de nature à démontrer, à eux seuls, l'absence de nécessité d'élargir le périmètre de protection rapprochée en cause afin de garantir la qualité des eaux». Bien qu'il soit prématuré de mesurer précisément la portée de cet arrêt, l'invocabilité du principe de précaution par la jurisprudence suscite certaines interrogations[26]. Le recours à ce principe bousculera probablement en particulier les règles du jeu de la responsabilité civile en venant enrichir la notion de faute[27 et 28]. Risquent en effet d'être fautifs non seulement celui qui n'aura pas pris les mesures de prévention du risque connu ou prévisible, mais aussi celui qui, en situation d'incertitude ou de doute, n'aura pas adopté une démarche de précaution en ne faisant pas preuve de toute la prudence possible.

Les difficultés d'interprétation du principe de précaution sont notamment bien illustrées à travers la jurisprudence américaine relative au principe ALARA qui montre qu'une réflexion appauvrie sur le principe de précaution pourrait être un facteur de blocage[29]. Il serait souhaitable que l'exploitant n'encoure la charge de la responsabilité que si son comportement est manifestement fautif, la faute pouvant être une erreur de conduite quand il y a contradiction évidente entre les actes et le comportement raisonnable attendu, une négligence ou une erreur d'appréciation graves susceptibles ou ayant eu des conséquences non négligeables sur le plan de la protection radiologique. Or dans la décision «James» du 8 février 1995, le principe ALARA a été invoqué comme une règle légale de précaution à appliquer par le tribunal, alors que le demandeur avait subi une exposition globale de seulement 0,31 mSv entre 1982 et 1986. Bien que les juges aient rendu un verdict favorable aux défendeurs, il n'en reste pas moins que si d'autres tribunaux américains considèrent à l'instar de l'affaire «James» que la règle légale de précaution est ALARA dans des conditions d'expositions aussi faibles, l'impact sur les exploitants et les implications sur les futurs cas de litiges liés aux radiations pourraient être considérables. Appréhender le principe ALARA comme une règle légale de précaution à finalité juridictionnelle dans le contexte de la délivrance de très faibles doses de rayonnements pourrait avoir un impact très préjudiciable sur les efforts réalisés par les exploitants pour réduire les doses des travailleurs, efforts qui ne diminueraient en aucun cas la probabilité de poursuites judiciaires. Que la dose soit de 1 mSv ou de 10 mSv, l'exploitant pourrait de la même façon être tenu pour responsable d'avoir violé l'obligation légale d'optimisation.

Au Royaume-Uni, c'est aussi un champ plus «large» de responsabilité de l'exploitant qui a été retenu dans une affaire où British Nuclear Fuels (BNFL) a été condamné en 1985 pour un manquement au principe ALARA dans le cas d'un rejet d'effluents radioactifs dans la Mer d'Irlande en 1983. Le motif d'accusation ne portait pas sur le fait que des expositions significatives de personnes extérieures au site étaient survenues. L'argument était plutôt de faire prévaloir qu'il n'était pas nécessaire qu'une telle quantité d'effluents radioactifs soit rejetée en mer et qu'elle aurait pu être évitée par l'exercice d'une action raisonnable de la part de BNFL. En conséquence, le principe ALARA a été considéré comme non respecté.

CONCLUSION

Le système de gestion du risque radiologique qui s'est mis en place depuis près d'un demi siècle constitue un exemple intéressant du traitement possible de la précaution. Dès lors que les activités sont justifiées, le principe d'optimisation traduit ce souci permanent de privilégier l'action tout en garantissant que soient recherchés des niveaux de protection ALARA dans une dynamique de gestion rationnelle du risque radiologique résiduel tant sur les plans scientifique qu'éthique.

Le principe de précaution est le prétexte par lequel la science, dans un contexte de doute ou d'incertitude, en appelle à l'éthique et au droit. Le principe de précaution fonde la responsabilité dans l'action sur une démarche «relationnelle», «globale» et «prospective» qui tente d'élaborer puis de proposer à l'homme un comportement raisonnable qui lui conserve ses chances de survie dans un futur incertain. Le principe de précaution implique, sur la base d'une évaluation du risque[e] en fonction des connaissances scientifiques et techniques du moment, que soient prises des mesures effectives et proportionnées susceptibles de préserver la santé des individus contemporains et des générations futures (démarche relationnelle) et intégrant une dimension économique par la prise en compte du «coût économiquement acceptable» (démarche globale). Enfin, le principe de précaution doit répondre à la gestion du risque en avenir aléatoire (démarche prospective): «la certitude est l'empreinte du déterminisme, la négation de la liberté humaine, de la responsabilité et, en définitive de l'éthique; l'incertitude constitue le matériau brut à partir duquel on cherche, on questionne, on développe, on crée, on agit»[30]. Face à l'incertitude scientifique, le principe de précaution pose l'alternative: ou omettre de choisir et préférer l'inaction, ou choisir l'action qui se traduit par la prise de risque. Si le principe de précaution aide à penser l'éthique de la culture du risque, il est aussi le principe par lequel le droit jugera de la responsabilité de celui qui, en créant le risque, a porté préjudice à autrui, soit en choisissant de le prendre, soit par la manière dont il l'a géré[12]. Il reste à inventer la voie médiane du «raisonnable» dans l'interprétation juridictionnelle du principe de précaution qui en fera un principe de progrès et de responsabilité susceptible d'aider à faire le «droit de la prudence». Dans l'optique de la mise en œuvre d'une démarche de précaution, celui qui fait le choix d'agir en situation d'incertitude sur l'existence d'effets aux faibles doses de rayonnements ionisants se doit aussi de réduire le risque en développant une culture de radioprotection fondée sur le principe ALARA qui modifiera la philosophie de l'action et le comportement des acteurs. Elle pourrait aussi permettre aux exploitants d'apporter la preuve si nécessaire devant les juges que la dynamique de cette culture participe d'une démarche effective de précaution qui sans doute allégerait voire exonérerait leur responsabilité en cas de litiges.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. BORN, M., *La responsabilité du savant dans le monde moderne,* Payot, Paris, 1967, pp. 46-47.
2. HEIDEGGER, M., *Questions III et IV,* Gallimard, Paris, 1959, p. 140.
3. PASCAL, M., *Droit nucléaire,* Séries Synthèses, n°1, Collection CEA, Eyrolles, Paris, 1979, p.3.
4. SERRES, M., *Eclaircissements,* Bourin, Paris, 1992, pp. 149-200.
5. TAYLOR, S.L., *Influence de certains facteurs «non scientifiques» sur la pratique et les normes de radioprotection,* Congrès IRPA, Jérusalem, 10 mars 1980.
6. JACCHIA, E., *Atome et sécurité, Le risque des radiations à l'âge nucléaire, Dalloz,* Paris, 1964, pp. 390-391.
7. RAINAUD, J-M., *Le droit nucléaire,* Presses Universitaires de France, Paris, 1994, p. 124.
8. BOEHLER, M-C., «A propos du principe d'optimisation de la protection radiologique et du principe de précaution», *Revue Générale Nucléaire,* volume n°6, 1996, pp. 15-21.
9. GODARD, O., «L'ambivalence de la précaution et la transformation des rapports entre science et décision», in *Le principe de précaution dans la conduite des affaires humaines,* INRS, Editions de la Maison des Sciences de l'homme, Paris, 1997, pp. 37-83.
10. LASCOUMES, M., Transactions sociales et modalités d'objectivation du nouveau principe de précaution, Institut Européen des Cindyniques, «Du danger au risque: économie des transactions dans la régulation sociale», in *Les Cahiers du Groupe Epistémologie des Cindyniques,* n°2, IEC, 1996, Paris, pp. 66-77.
11. «Recommendations of the International Commission on Radiological Protection», ICRP Publication 60, *Annals of the ICRP,* Pergamon Press, Oxford, 1991, volume 21, n° 1-3, 201 p.
12. REMOND-GOUILLOUD, M., «Le risque de l'incertain: la responsabilité face aux avancées de la science», in *La Vie des Sciences,* Comptes rendus, Série Générale, 10 (4), 1993, pp. 341-357.
13. CHAUMET, F. et EWALD, F., «Autour de la précaution», *Risques,* n°11, Environnement: le temps de la précaution, 1992, pp.99-104.
14. LOCHARD, J., «L'évolution de la notion de limite en radioprotection, Responsabilité et environnement», *Annales des Mines,* juillet 1996, n°2, pp. 85-94.
15. EWALD, F., «La véritable nature du risque de développement et sa garantie», in *Les Cahiers de l'Assurance,* n° 14, avril-juin 1993, pp. 9-47.
16. JONAS, H., *Le principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique,* Les Editions du Cerf, Paris, 1995, 3ème édition, 336 p.
17. LEFAURE, C. et SCHNEIDER, T., «Responsabilités et protection, Le cas des expositions professionnelles aux rayonnements ionisants», *Risques,* n°29, 1997, pp. 101-113.
18. WEBB, G.A.M., «How Risk Evaluation is Built into Optimization and Decision-making: Is it Clear and are the Results Appropriate?», Seminar on Risk Evaluation and Decision-making, *IRPA* 9, 1996 International Congress on Radiation Protection, Proceedings, volume 1, pp. 445-448.
19. LINDELL, B., «Risk Evaluation and Decision-making», Seminar on Risk Evaluation and Decision-making, *IRPA* 9, 1996 International Congress on Radiation Protection, Proceedings, volume 1, pp. 439-444.
20. RÉMOND-GOUILLOUD, M., «L'incertitude et le droit, Responsabilité et environnement», *Annales des Mines,* avril 1996, n° 2, pp. 101-106.
21. DAB, W., «Champs électriques et magnétiques de basse fréquence et santé: incertitude scientifique et inquiétude sociale», *Energies-Santé,* 1996, volume 7 (2), pp. 191-196.
22. LOCHARD, J. et PHILIP, P., «Pour un partage du risque», Colloque Technologie, éthique et société: utopie ou nécessité pour demain ?, 4 juin 1996, Assemblée Nationale, 3 p.
23. BOEHLER, M. C., «From a Regulatory to a Cultural Approach in the field of Radiological Protection», International Conference on Radiation Dose Management in the Nuclear Industry, *British Nuclear Energy Society,* Windermere, United Kingdom, 9-11 October 1995, pp. 13-19.
24. DOURLENS, M., Figures du pragmatisme, complexité, incertitude et prévention des risques, Institut Européen des Cindyniques, «Du danger au risque: économie des transactions dans la régulation sociale», in *Les Cahiers du Groupe Epistémologie des Cindyniques,* n°2, IEC, 1996, Paris, pp. 14-26.

25. SACHS, O., «Note de jurisprudence: Conseil d'Etat, 4 janvier 1995, Ministre de l'Intérieur c/ Monsieur Rossi», in *Cahiers Juridiques de l'Electricité et du Gaz,* Juin 1995, pp. 232-235.
26. LANOY, L., «Réflexions sur la place et la portée des principes généraux du droit de l'environnement», in *Bulletin du droit de l'environnement industriel,* 2/96, pp. 2-8.
27. MARTIN, G., «Précaution et évolution du droit», *Recueil Dalloz Sirey,* 1995, 39e Cahier – Chronique, pp. 299-306.
28. REMOND-GOUILLOUD, M., «Du risque à la faute», *Risques,* n° 11, Environnement: le temps de la précaution, juillet-septembre 1992, pp. 11-29.
29. WIEDIS, D. et JOSE, D. E., «Two Court Decisions with Dramatically Different Implications», *Nuclear News,* juin 1996, pp. 30-33.
30. GIARINI, O. et STAHEL, W., *Les limites du certain,* Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1990.

NOTES

a. Le Paragraphe 150 de la Publication n°60 de la CIPR précise que: «...La Commission a estimé utile d'utiliser trois notions pour indiquer le degré de tolérabilité d'une exposition ou d'un risque (inacceptable, tolérable, acceptable). Elles ont nécessairement un caractère subjectif et doivent être interprétées en relation avec le type de source et la catégorie d'expositions considérés».

b. De nouvelles recommandations, adoptées par la CIPR en 1990, ont fait l'objet de la Publication 60 qui consacre une évolution importante de la philosophie générale du système de protection radiologique.
Dans ces dernières recommandations, le système de protection radiologique (justification, optimisation, limitation) est maintenu, renforcé et étendu avec la prise en compte de toutes les sources, toutes les expositions et tous les types de dommages:
– Prise en compte de l'irradiation naturelle;
– Prise en compte des situations d'exposition potentielle;
– Généralisation de la démarche d'optimisation.
Les facteurs de risque exprimés en probabilités d'induction d'effets par unité de dose (% par Sievert) ayant été révisés, cette évolution a conduit à l'adoption de nouvelles valeurs limites:
– Réduction des limites de doses individuelles, qui ont été ramenées de 50 mSv/an à 100 mSv sur 5 ans, soit 20 mSv/an en moyenne pour les travailleurs, en conservant toutefois la limite de 50 mSv/an; de 5 mSv/an à 1 mSv/an pour la population.

c. Le respect de ce principe est tout aussi primordial que celui de la limite de dose individuelle, conformément à la séquence logique que traduit par exemple la réglementation française dans la transposition des principes fondamentaux de la protection radiologique: «Les matériels, les procédés et l'organisation du travail doivent être conçus de telle sorte que les expositions professionnelles individuelles et collectives soient maintenues aussi bas que raisonnablement possible en dessous des limites prescrites» (article 8§2 du décret du 28 avril 1975 relatif à la protection des travailleurs dans les installations nucléaires de base, modifié par le décret du 6 mai 1988 – article 4 du décret du 2 octobre 1986 relatif à la protection des travailleurs hors des installations nucléaires de base, modifié par le décret du 6 mai 1988).

d. Il faut noter que le droit connaît depuis longtemps l'obligation de comportement avec la gestion en bon père de famille (bonus paterfamilias) qui correspond à l'obligation imposée à un personnage standard: l'homme raisonnable. Il semble bien que l'obligation de l'exploitant, dans le cas de l'optimisation, lui impose la conduite du «bon père de famille»...

e. Le principe de précaution ne doit être mis en œuvre qu'en cas de dommages graves et irréversibles et non de simples gênes ou inconvénients susceptibles d'être réparés.

La réglementation de l'Union européenne en radioprotection

Jean-Michel COURADES

INTRODUCTION

Le traité instituant la Communauté européenne de l'énergie atomique, dit traité EURATOM et signé à Rome le 25 mars 1957, énonce dans son préambule le souci d'établir les conditions de sécurité qui écarteront les périls pour la vie et la santé des populations. Dans son article 2 point b) le traité prévoit, parmi ses missions, l'établissement dans la Communauté de normes de sécurité uniformes pour la protection sanitaire de la population et des travailleurs et le contrôle de leur application.

Le traité contient des dispositions spécifiques (le chapitre III du titre II) visant ce domaine. L'article 30 du traité donne une première définition des «normes de base»: «doses maxima admissibles avec une sécurité suffisante, expositions et contaminations maxima admissibles, principes fondamentaux de surveillance médicale des travailleurs». La procédure par laquelle la Communauté adopte et complète ces normes, quant à elle, est définie à l'article 31 du traité.

L'Union européenne possède une compétence attribuée, générale et exclusive pour arrêter les normes de base dans le domaine de la radioprotection. Ceci n'empêche pas les Etats membres d'exercer une compétence d'exécution pour adopter les mesures nécessaires dans ce domaine dans le cadre des normes fixées au niveau communautaire.

Des «normes de base» ont été fixées pour la première fois en 1959 par une directive du Conseil[1]. Celles-ci établissaient les fondements de ce qui allait devenir la politique communautaire de radioprotection. Elles allaient être par la suite modifiées à plusieurs reprises, pour tenir compte de l'évolution des connaissances scientifiques. Dès cette date, les Etats membres ne pouvaient plus exercer une compétence discrétionnaire absolue dans ce domaine ; leur compétence était désormais liée par les principes généraux de la législation communautaire, ce qui signifie que les mesures nationales adoptées ne doivent pas porter atteinte aux règles adoptées au niveau communautaire.

La législation communautaire actuellement en vigueur dans ce domaine est constituée d'une directive-cadre dite directive «normes de base», d'application générale qui est complétée par des textes plus spécifiques couvrant certaines pratiques (expositions médicales, transferts de matières radioactives), certaines catégories d'individus (travailleurs exposés des entreprises extérieures intervenant chez les exploitants des installations nucléaires ou radiologiques) ou certaines mesures de protection en cas d'urgence radiologique.

Jusqu'en 1986, date de l'accident de Tchernobyl, les seuls instruments juridiques communautaires, créés au titre de l'article 31 du traité EURATOM, étaient les «normes de base» essentiellement consacrées à la protection sanitaire des travailleurs ainsi qu'une directive de 1984 en matière de protection radiologique des patients. Depuis lors, plusieurs autres mesures supplémentaires ont été prises afin de renforcer et de compléter les dispositions communautaires existantes notamment en ce qui concerne la protection de la population en cas d'urgence radiologique.

Pour les besoins du présent article, les dispositions applicables à la population et aux travailleurs exposés aux rayonnements ionisants seront successivement passées en revue.

I. LA PROTECTION SANITAIRE DE LA POPULATION CONTRE LES RAYONNEMENTS IONISANTS

Le souci de protéger la population contre les dangers résultant des rayonnements ionisants a donné lieu à l'adoption de dispositions applicables au cours du déroulement normal des pratiques ainsi qu'en situation accidentelle.

1. La protection sanitaire de la population en situation normale

Les «normes de base» de l'Union européenne ont toujours pris largement en compte les recommandations de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) qui sont également à la base des recommandations des autres organisations internationales actives dans ce domaine.

La directive-cadre la plus récente, adoptée formellement le 13 mai 1996[2] par le Conseil de l'Union européenne, est appelée à être traduite dans un délai de quatre ans en textes réglementaires dans la législation de chaque Etat membre de l'Union européenne. La version précédente des «normes de base» qui remontait à 1980, avait été légèrement modifiée en 1984[3].

Une des caractéristiques de la législation en radioprotection est d'être marquée par une grande intervention des autorités de contrôle qui soumettent tout nouveau type d'activité faisant appel aux rayonnements ionisants à une justification préalable ; l'exercice des activités jugées justifiées est soumis à un régime de déclaration et d'autorisation sous réserve de certains cas d'exemption.

Tout en gardant la structure fondamentale de la directive précédente de 1980, la directive du 13 mai 1996 poursuit les objectifs suivants:

- assurer une protection basée sur les connaissances scientifiques les plus récentes, dont les travailleurs et la population doivent pouvoir bénéficier ;
- donner à la radioprotection un fondement technique et scientifique solide et une approche uniforme, tout en assurant la cohérence technique avec les recommandations des autres organisations internationales (AIEA, AEN-OCDE, OMS et OIT);
- mettre à jour les dispositions de la directive de 1980 ;
- accroître le niveau d'harmonisation entre les Etats membres pour tenir compte de l'existence depuis 1993 du Marché unique, espace désormais sans frontière intérieure.

Compte tenu de tous ces éléments, les modifications les plus importantes introduites dans la nouvelle directive, pour ce qui concerne la protection de la population, sont les suivantes:

- fixation de limites de dose plus strictes reprises des dernières recommandations de la CIPR, qui tiennent compte des estimations plus récentes sur le risque cancérigène de l'exposition aux rayonnements ionisants, ainsi que de la notion complexe de détriment sanitaire ;
- rigueur accrue dans l'application des principes de radioprotection dans le cas des «pratiques» ; on entend par «pratique» toute activité humaine susceptible d'accroître l'exposition des individus au rayonnement provenant d'une source artificielle. Une meilleure définition du principe de justification des pratiques et un renforcement du principe d'optimisation de la protection ont été introduits dans la directive ;
- interdiction de certaines utilisations injustifiées de la radioactivité, (addition de

substances radioactives dans la production des denrées alimentaires, des jouets, des parures, et des produits cosmétiques);

- modification de niveaux de radioactivité liés aux conditions d'autorisation, de déclaration et d'exemption prévues par la directive ;
- utilisation des définitions, des quantités et des unités, ainsi que des facteurs de pondération des rayonnements et des tissus qui figurent dans les dernières recommandations de la CIPR.

On trouvera, ci-après, des commentaires sur les différents titres de la nouvelle directive. Ils mettent en lumière le champ d'application et les objectifs de celle-ci.

Cette directive a un champ d'application très large, tel qu'il s'applique au traitement, à la manipulation, à l'emploi, à la détention, au stockage, au transport, à l'importation dans la Communauté, à l'exportation à partir de la Communauté et à l'élimination des substances radioactives artificielles et à n'importe quelle autre pratique qui comporte un risque dû aux rayonnements ionisants.

Le régime de déclaration et d'autorisation préalable des pratiques (Titre III) a été modifié: outre les nouvelles valeurs d'exemption à ce régime, un certain nombre de cas dans lesquels une autorisation préalable administrative est exigée, ont été énoncés au niveau communautaire. De plus, les conditions dans lesquelles des dérogations peuvent être accordées au régime d'autorisation (seuils de libération) ont été également introduites pour l'élimination, le recyclage ou la réutilisation de substances radioactives couvertes par un tel régime.

Le titre IV reprend les trois principes fondamentaux de la radioprotection (justification, optimisation et limitation des doses résultant des pratiques) en spécifiant que les limites de dose ne s'appliquent pas aux expositions médicales subies par les patients, les personnes qui à titre privé participent au soutien et au réconfort de ceux-ci, ainsi qu'aux expositions de volontaires participant à des programmes de recherche médicale et biomédicale.

En ce qui concerne les limites de dose, les mesures suivantes ont été prises: pour les personnes du public, la nouvelle limite de dose efficace est de 1 mSv par an. Toutefois, dans des circonstances particulières, une valeur supérieure peut être autorisée pendant une année quelconque, pour autant que la moyenne sur cinq années consécutives ne dépasse pas 1 mSv par an.

Le titre V pour l'estimation de la dose efficace et de la dose équivalente renvoie aux valeurs et corrélations contenues dans les annexes II et III tout en autorisant les Etats membres à recourir à des méthodes équivalentes.

Dans le titre VIII sont exposés les principes fondamentaux de la protection opérationnelle de la population en situation normale. Ce titre prévoit, entre autres, l'établissement dans les Etats membres de certains aspects procéduraux de l'autorisation des pratiques, l'existence d'un système d'inspection chargé de contrôler strictement la protection radiologique de la population, et de veiller au respect de la réglementation nationale adoptée en application de la nouvelle directive. A cet égard, un certain nombre d'obligations sont imposées à l'entreprise responsable d'une pratique comportant un risque dû aux rayonnements ionisants. Par ailleurs, les Etats membres sont tenus d'estimer les doses auxquelles la population est soumise.

Un degré de flexibilité important a été laissé aux Etats membres pour des dispositions essentielles: à savoir les articles 3 et 4 (régimes d'exemption, de déclaration et d'autorisation) et les limites de doses ; pour ces dernières la possibilité explicite dans la Directive d'adopter des valeurs plus strictes (suite à l'Arrêt de la Cour de justice des Communautés Européennes du 25 novembre 1992 «Commission contre Royaume de Belgique») ne permettra plus de connaître, comme par le passé, une limite de dose identique pour l'ensemble des Etats membres.

2. La protection sanitaire de la population en situation accidentelle

Un ensemble de législation a été adopté après l'accident de Tchernobyl, qui a démontré qu'un accident nucléaire pourrait avoir un impact direct sur tout le territoire de la Communauté ; un système de réponse uniforme était par conséquent exigé au niveau communautaire.

A la suite des enseignements tirés de l'accident de Tchernobyl, le titre IX «Intervention» de la directive «normes de base» a été développé par rapport à sa version antérieure. La nouvelle directive «normes de base» de 1996 établit une distinction, parmi les interventions, entre les situations d'urgence et les situations qui donnent lieu à des expositions durables à la suite d'un accident ou de l'exercice d'une pratique ou activité professionnelle passée ou ancienne.

Le nouveau concept d'exposition potentielle a été introduit. Il est conçu comme une exposition dont la survenance n'est pas certaine, et dont la probabilité d'apparition peut être évaluée à l'avance.

Les Etats membres doivent prendre en considération la survenance de toutes les urgences radiologiques éventuelles sur leur territoire avant, pendant et après l'événement. Les expositions potentielles résultant des diverses pratiques doivent être évaluées.

Pour faire face aux accidents, il y a obligation de fixer des plans et des niveaux appropriés d'intervention au niveau national ou local, y compris à l'intérieur des installations. Dans une mesure appropriée ces plans doivent faire l'objet d'exercices périodiques.

Chaque Etat membre créé et forme des équipes spéciales d'intervention technique, médicale et sanitaire.

La mise en œuvre et le périmètre de toute intervention sont considérés dans le respect des principes suivants: une intervention n'est entreprise que si la réduction du détriment sanitaire d'origine radiologique est suffisante pour justifier les préjudices et les coûts liés à l'intervention (principe de justification) ; le type, l'ampleur et la durée de l'intervention sont optimisés afin que le bénéfice correspondant à la réduction du détriment sanitaire, déduction faite du détriment lié à l'intervention, soit maximal (principe d'optimisation). Les limites de dose fixées pour les pratiques ne s'appliquent pas.

La directive «normes de base» est formulée de manière générale pour ce qui concerne les interventions. Ses dispositions, en ce qui concerne certaines mesures d'intervention, ont par conséquent été complétées par des textes plus spécifiques:

a) Régime communautaire pour l'échange rapide d'informations en cas d'urgence radiologique.

Le Conseil a décidé en 1987 que la Communauté participerait à la Convention de l'AIEA sur la notification rapide d'un accident nucléaire. Cependant, un système intra-communautaire spécifique adopté également en 1987[4] est adapté aux besoins spécifiques de la Communauté. Le système communautaire est déclenché «chaque fois qu'un Etat membre décide de prendre des mesures d'une nature générale afin de protéger la population dans le cas d'une urgence radiologique. Les objectifs du système est de permettre à la communauté et aux autorités compétentes des Etats membres de répondre d'une manière cohérente aux urgences radiologiques affectant plusieurs Etats.

b) Directive concernant l'information de la population sur les mesures de protection sanitaires applicables et le comportement à adopter en cas d'urgence radiologique[5].

Outre le système mentionné dans le paragraphe précédent, qui est destiné à couvrir l'échange d'informations entre les autorités, le Conseil a adopté la directive 89/618/Euratom le 27 novembre 1989, qui prévoit d'informer la population susceptible d'être affectée en cas

d'urgence radiologique (information préalable) et celle qui est affectée dans une réelle situation d'urgence.

La directive prévoit notamment qu'en plus des membres du public, les personnes qui pourraient être impliquées dans l'organisation ou la mise en œuvre des interventions reçoivent à la fois l'information préalable et l'information relative aux circonstances accidentelles.

Afin de faciliter la mise en œuvre de cette directive dans toute la Communauté, la Commission a publié une communication à ce sujet[6], dans laquelle elle propose des solutions en ce qui concerne le contenu de l'information à donner ainsi que l'organisation de sa diffusion.

c) Règlement fixant les niveaux maximaux admissibles de contamination radioactive pour les denrées alimentaires et les aliments pour bétail après un accident nucléaire ou dans toute autre situation d'urgence radiologique[7]

Après l'accident de Tchernobyl il est apparu évident que la principale voie de l'exposition de la population dans de telles situations est l'ingestion des denrées alimentaires contaminées. Le règlement est fondé sur cette constatation. Il permet à la Commission, notamment quand elle reçoit l'information dans le cadre de la Convention de l'AIEA, ou du système communautaire sur l'information rapide en cas d'accident nucléaire, et si les circonstances l'exigent, de rendre applicables dans la Communauté des niveaux maximaux admissibles préétablis pour la commercialisation des denrées alimentaires et aliments pour bétail.

Le règlement fournit également un mécanisme pour adapter rapidement les niveaux aux circonstances spécifiques de l'accident. Un règlement supplémentaire interdit l'exportation des denrées alimentaires et aliments pour bétail pour lesquels de tels niveaux de radioactivité sont dépassés[8].

Un autre règlement du Conseil est actuellement d'application dans la situation post-accidentelle de la catastrophe de Tchernobyl[9].

II. LA PROTECTION SANITAIRE DES TRAVAILLEURS EXPOSÉS AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

Les exigences de l'Union européenne applicables aux travailleurs exposés aux rayonnements ionisants pour l'essentiel employés dans le secteur de l'industrie nucléaire et le secteur médical relèvent de deux corps de législation:

- d'une part, la législation générale d'hygiène et de sécurité sur les lieux de travail relevant du traité de la Communauté européenne, et,
- d'autre part, la législation propre au risque spécifique des rayonnements ionisants dérivée du traité Euratom instituant la Communauté européenne de l'énergie atomique.

Tout instrument communautaire qui traite exclusivement de ce domaine est, dès lors, toujours basé sur les articles appropriés de ce traité. Ceci n'exclut pas pour autant l'application du traité CE aux dangers affectant les travailleurs Euratom autres que ceux résultant des rayonnements ionisants. De plus certaines directives adoptées en vertu du traité CE comportent des dispositions spécifiques pour le risque des rayonnements ionisants (ex: Directive 90/269/CEE sur l'utilisation des équipements de protection individuelle, Directive 92/58/CEE sur la signalisation de sécurité et/ou de santé au travail).

La notion de valeur limite réglementaire pour l'exposition des travailleurs à des substances dangereuses propre à la législation de prévention des risques professionnels est présente dans la législation en radioprotection (limite de dose). Il en va de même pour les exigences de surveillance des lieux de travail et de surveillance médicale, dispositions communes à l'ensemble des textes couvrant la protection contre les risques professionnels.

Le principe d'optimisation selon lequel toutes les expositions doivent être maintenues

au niveau le plus faible raisonnablement possible compte tenu des facteurs économiques et sociaux est, quant à lui, un principe propre à la radioprotection. On peut tout de même lui associer un principe équivalent que l'on trouve par exemple au sein de la directive «Amiante» de 1983 (principe de la limitation de l'exposition à la quantité minimale raisonnablement praticable).

Ces normes de radioprotection s'appliquent à présent à plus d'un million de travailleurs qui, dans toute la Communauté, exercent leur activité dans des secteurs où ils peuvent être exposés à des rayonnements ionisants: centrales nucléaires, applications médicales, applications industrielles, recherche scientifique, etc.

1. La Directive 96/29/EURATOM du 13 mai 1996 et la protection des travailleurs

Le champ d'application de la Directive 96/29/Euratom (Titre II) est élargi par rapport à celui de la directive de 1980. Outre les «pratiques» et les «interventions», il comprend également les activités professionnelles qui entraînent une augmentation notable de l'exposition des travailleurs et de la population aux sources naturelles de rayonnements. Le système de radioprotection s'applique différemment selon qu'il s'agit de gérer chacune de ces trois catégories d'activités.

Le titre IV reprend les trois principes fondamentaux de la radioprotection (justification, optimisation (ALARA) et limitation des doses résultant des pratiques) en spécifiant que les limites de dose ne s'appliquent pas entre autres aux expositions de volontaires participant à des programmes de recherche médicale et biomédicale, ni en règle générale, à l'exposition aux sources naturelles de rayonnements sur le lieu de travail.

En situation d'intervention, les limites de dose fixées pour les travailleurs pour les «pratiques» ne s'appliquent pas. Toutefois dans les cas d'exposition à long terme résultant d'accident ou de pratiques anciennes ou passées, la limite de dose fixée par la directive pour les travailleurs est applicable.

En ce qui concerne les limites de dose des travailleurs, les mesures suivantes ont été prises:

- pour les travailleurs, la nouvelle limite de dose efficace est de 100 mSv sur cinq années consécutives avec, en outre, l'interdiction de dépasser 50 mSv au cours d'une année quelconque. Les Etats membres peuvent fixer une dose annuelle;
- en ce qui concerne la protection pendant la grossesse, les dispositions ont été modifiées de manière à protéger le fœtus comme s'il s'agissait d'une personne du public;
- les femmes qui allaitent ne doivent pas être affectées à des travaux comportant un risque important de contamination radioactive corporelle.

Comme dans la directive de 1980, les principes fondamentaux de la protection opérationnelle des travailleurs exposés sont fixés au titre VI de la directive. Ils sont applicables aussi aux apprentis et aux étudiants, puisque ces deux catégories de personnes peuvent poursuivre des activités entraînant une exposition aux rayonnements ionisants. Par rapport à la directive de 1980, la classification des lieux de travail (zones contrôlées et surveillées) selon leur degré de risque a été conservée, mais les critères d'application de cette classification ont été simplifiés et de nouvelles responsabilités ont été confiées à l'entreprise concernée.

Quant au classement des travailleurs exposés en catégories A et B, bien que ne figurant plus dans les dernières recommandations de la CIPR, celui-ci a été maintenu, car ayant fait ses preuves pour une bonne organisation de la radioprotection.

Dans la nouvelle directive, les expositions aux sources naturelles sur le lieu de travail qui entraînent une augmentation notable de l'expo-

sition des travailleurs ou des personnes du public font l'objet, pour la première fois, de dispositions spéciales réunies sous le titre VII. Ce titre impose aux Etats membres de procéder à des études et d'identifier les activités de travail au cours desquelles les travailleurs subissent une exposition notable au rayonnement gamma ou à des produits de filiation du thoron ou du radon sur les lieux de travail tels qu'établissements thermaux, grottes, mines, etc. Il s'agit également des activités professionnelles impliquant l'emploi ou le stockage de matières non considérées habituellement comme radioactives ou entraînant la production de résidus non considérés habituellement comme radioactifs, ainsi que de l'exploitation d'avions. Chaque activité déclarée, par l'Etat membre, devant faire l'objet d'une attention particulière devra être soumise aux mesures décrites dans la nouvelle directive ou à certaines d'entre elles.

2. La Directive 90/641/EURATOM du 4 décembre 1990 relative à la protection opérationnelle des travailleurs extérieurs

Les doses reçues par les travailleurs extérieurs dans les centrales nucléaires sont en moyenne plus élevées que celles reçues par les travailleurs permanents des installations.

La Directive 90/641/EURATOM a été adoptée pour compléter la Directive «normes de base» qui s'applique aussi bien aux travailleurs permanents des installations, où est présent un risque radiologique, qu'aux travailleurs extérieurs qui interviennent dans ces installations pour des opérations de plus ou moins courte durée.

Selon la Directive 90/641/EURATOM chaque Etat membre doit veiller à ce que le système de surveillance radiologique donne aux travailleurs extérieurs une protection équivalente à celle dont disposent les travailleurs employés à titre permanent par l'exploitant.

Pour ce faire, la directive a imaginé tout un dispositif, car le suivi de ces travailleurs, qui relèvent souvent de petites entreprises, était auparavant inefficace. Ces petites entreprises n'ont, dans la majorité des cas, pas les moyens de mettre en place un système de contrôle efficace et un suivi médical et dosimétrique rigoureux.

Cette directive conduit, par conséquent, à un partage de responsabilités entre exploitants et entreprises extérieures en ce qui concerne le suivi radiologique des travailleurs extérieurs, ainsi que la mise à jour des informations couvertes par le système de surveillance radiologique instauré par la directive.

Une harmonisation partielle est réalisée en ce qui concerne l'instrument technique permettant de mettre en œuvre le système de surveillance d'exposition pour les travailleurs non transfrontaliers (option entre un réseau national et un document individuel).

Une harmonisation complète n'est réalisée que pour les travailleurs extérieurs transfrontaliers qui doivent être surveillés au moyen du document individuel. Le contenu des informations à enregistrer dans le système de surveillance est précisé par la directive.

Les Etats membres devaient transposer cette Directive au 31 décembre 1993.

CONCLUSION

La législation de l'Union européenne en radioprotection reste fidèle à la doctrine élaborée dans le cadre de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR).

Elle a eu pour effet, au cours de plus de trente ans d'existence, de rapprocher les législations des Etats membres.

Par ailleurs, les dix Etats d'Europe centrale et orientale, candidats à l'adhésion , sont désormais engagés dans un processus d'alignement de leur législation avec celle de l'Union européenne.

Dans ce contexte, EURATOM contribue en Europe, de manière décisive, au respect des recommandations de la CIPR et ce faisant au consensus international sur les questions relatives au risque émanant de la radioactivité.

NOTES

1. JO L du 20.2.1959
2. JO L 159 du 29.6.1996, p.1
3. JO L 246 du 17.9.1980, p. 1 et JO L 265 du 5.10.1984, p. 4
4. JO L 371 du 30.12.1987
5. JO L 357 du 07.12.1989
6. JO C 103 du 19.04.1991
7. JO L 371 du 30.12.1987, p. 11 modifié par JO L 211 du 22.07.1989, p. 1
8. JO L 211 du 22.07.1989, p. 4
9. JO L 82 du 29.03.1990, p. 1

BIBLIOGRAPHIE

PIROTTE, O., GIRERD, P., MARSAL; P., MORSON, S., *Trente ans d'expérience Euratom: la naissance d'une Europe nucléaire,* Bruylant, Bruxelles, 1988.

Fitzgerald, M., COURADES, J.-M:, éd., *Medical Radiation Protection Practice within EEC,* British Institute of Radiology, Londres. 1991.

Commission européenne, Direction générale Environnement, Sécurité nucléaire et Protection civile, *Réglementation communautaire en radioprotection,* Doc. XI-3539/96, Luxembourg, 1996.

COURADES, J.-M., «La nouvelle directive 96/29 Euratom fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs», *in Droit nucléaire,* Bulletin n° 58, AEN/OECD, décembre 1996.

COURADES, J.-M., «Les exigences communautaires en matière de protection sanitaire applicables aux travailleurs exposés aux rayonnements ionisants», *in L'Observateur de Bruxelles,* n° 23, Délégation des barreaux de France, Bruxelles, 1997.

Le rôle de l'Agence internationale de l'énergie atomique en matière de radioprotection

Jean-Marie RAINAUD

A l'origine, l'A.I.E.A. n'exerce qu'une fonction réduite dans le domaine de la radioprotection. Elle a essentiellement pour objectif le développement de la nouvelle énergie et le contrôle de la non utilisation militaire de l'assistance qu'elle fournit. Progressivement, les succès du nucléaire dans les pays en voie de développement, comme les échecs accidentels qu'il connaît, vont conduire l'Agence à jouer un rôle toujours plus important, entraînant un élargissement du concept de radioprotection et une nouvelle approche de la sécurité.

INTRODUCTION

Au moment de la création de l'A.I.E.A., le droit de la radio-protection a déjà atteint l'âge adulte. En effet, dès les années 1930, la C.I.P.R. (Commission Internationale de Radiologique), organisation internationale non gouvernementale, aréopage scientifique, a proposé les premières normes visant à assurer la protection et la sécurité des chercheurs, des personnels manipulateurs et des utilisateurs. A la même époque, l'O.I.T. inclut parmi les maladies professionnelles les lésions provoquées par les substances radioactives et plusieurs Etats fixent les normes particulières de protection applicables aux établissements dans lesquels sont préparés des corps radioactifs. Dès l'origine, la dualité de l'atome est mise en exergue: il est à la fois espoir et peur, «une découverte aussi importante et aussi grave que celle du feu». Les pionniers de l'atome sont souvent les premières victimes, relayées par les innocents d'Hiroshima et Nagasaki.

De l'angoisse des savants on était passé à la certitude des militaires: l'atome entre en guerre comme d'autres entrent en religion. Le lancement de bombes atomiques allait, au milieu des éclairs, manquer l'an zéro de la civilisation, l'arrivée des temps nucléaires.

Dès 1945, le Président Truman soulignait devant le Congrès la nécessité de parvenir à un accord international de renonciation à l'emploi de la bombe atomique et d'encouragement à l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. L'Assemblée générale des Nations-Unies vote une résolution créant une commission pour l'énergie atomique (UNAEC)) chargée de favoriser le développement de l'énergie atomique et l'élimination des armes nucléaires. Deux plans vont lui être soumis: le rapport Acheson-Lilienthal propose la création d'une autorité internationale qui prendrait en charge toutes les activités considérées comme dangereuses et le plan Baruch met l'accent sur la nécessité d'exercer un contrôle sans faille sur les activités nationales par un système d'autorisations et d'inspections. Mais la guerre froide s'installe et l'UNAEC est officiellement dissoute en 1952.

L'idée va cependant s'imposer de réaliser le dépassement de la peur par l'espoir. L'initiative en revient au Président Eisenhower dans un discours prononcé le 8 décembre 1953 devant l'Assemblée générale des Nations-Unies: «Les gouvernements principalement

intéressés entreprennent de confier, dans les limites permises par la prudence élémentaire, à un organe atomique international, une partie de leurs stocks d'uranium et de matières fissiles». Cette organisation internationale universelle répondrait à un triple objectif: offrir à tous les peuples le bénéficie des emplois pacifiques de l'énergie atomique, encourager la recherche mondiale en mettant à la disposition de tous les savants les connaissances et le matériel nécessaires, diminuer progressivement le potentiel nucléaire militaire en encourageant une attribution toujours plus grande de combustible à l'Agence[1].

Derrière les bonnes intentions on aperçoit l'enjeu politique essentiel: les puissances nucléaires, ceux que l'on appelle les E.D.A.N.[2], veulent conserver leurs privilèges et éviter une prolifération des armes nucléaires qui mettrait en cause leur prééminence et accroîtrait les risques de conflits. C'est pourquoi il paraît irréaliste de négocier dans le cadre de l'ONU. La gestation de l'idée ne peut résulter que d'un compromis entre les possédants.

Lors de l'élaboration des statuts de l'AIEA les problèmes de radioprotection n'ont occupé qu'une place tout à fait secondaire. L'unanimité s'est faite sur l'exigence de sécurité, la nécessité d'assurer la protection des populations et des ouvriers du nucléaire, mais cette fonction n'était que le contrepoint des activités essentielles de l'Agence. L'élaboration des statuts comme la structure des pouvoirs témoignent de l'importance des questions politiques.

De nombreux Etats se sont élevés contre les procédures suivies qu'ils jugeaient antidémocratiques et qui les plaçaient devant le fait accompli[3]. Le Statut, même s'il est adopté à l'unanimité en 1956, n'est pas le fruit d'une authentique collaboration internationale. Les pays non développés qui sont censés être les destinataires privilégiés de l'atome se livrent plus à la discrétion des puissances technologiquement avancées qu'ils ne leur donnent une adhésion et un consentement enthousiastes. S'ils se situent au rang des tiers bénéficiaires, le traité instituant l'AIEA apparaît comme une stipulation pour autrui sous bénéfice de contrôle. L'organisation internationale est avant tout un «gendarme nucléaire»[4] chargé d'appliquer un système de garanties totalement étranger aux règles de radioprotection.

Les structures de l'Agence organisent un directoire de possédants[5] qui entend subordonner son action d'assistance au maintien de sa propre domination. Le Conseil des gouverneurs, organe minoritaire, est dominé par les puissants de l'atome qui affirment leur prépondérance sur les autres organes. La Conférence générale, organe délibérant, ne joue qu'un rôle d'impulsion et de contrôle. L'office du Directeur général, en comparaison avec les autres postes d'exécution de la famille de l'ONU est celui dont les attributions sont les plus minces: la création d'un Comité consultatif technique et scientifique a entraîné une véritable lutte d'influence au sein de l'Agence alors que l'on aurait pu imaginer que la fonction technique impliquât un rôle important de l'organe non politisé. La radioprotection occupe la portion congrue. Elle n'est évoquée qu'à deux reprises dans le texte constitutif (art.3. A.6) (art.11. F.3) et, même si elle est élevée au rang normatif, la fonction de radioprotection n'occupe qu'une place subalterne dans les attributions de l'AIEA (1re Partie).

Une double évolution va cependant modifier cette approche initiale: deux phénomènes contradictoires vont conduire à la même conséquence.

L'échec du nucléaire tout d'abord: l'effet Tchernobyl va engendrer un véritable affolement juridique. Déjà amorcé en 1980, le phénomène s'accélère en 1986: le droit nucléaire devient essentiellement un droit des risques majeurs. L'accent est mis désormais sur la radioprotection qui prend une dimension nouvelle insoupçonnée jusqu'alors et dépasse le cercle réduit de la dosimétrie pour devenir une stratégie de la précaution.

Les réussites ensuite poussent dans la même direction. Si les succès du nucléaire sont contestés, les pays en voie de développement

en ont néanmoins largement bénéficié. Par la scission de l'atome on n'obtient pas seulement l'énergie mais aussi des radioisotopes, substances rendues radioactives par leur passage dans un réacteur. Or ces radioisotopes jouent un rôle fondamental dans le domaine médical (traitement du cancer, des affections leucémiques, des troubles de la thyroïde), agricole (utilisation efficace des engrais, nourriture du bétail, conservation des denrées alimentaires, dessalement de l'eau de mer) et industriel (contrôle de la production, confection d'appareils mécaniques). L'assistance technique apportée par l'Agence allait s'accompagner d'une pédagogie de la radioprotection, confortant ainsi une fonction devenue majeure (2e Partie).

I. LA RADIOPROTECTION, FONCTION SUBALTERNE

Selon l'article 3 al. 6, l'Agence a pour attribution «d'établir ou d'adopter, en consultation, et le cas échéant en collaboration avec les organes compétents des Nations Unies et avec les institutions spécialisées intéressées, les normes de sécurité destinées à protéger la santé et à réduire au minimum le danger auquel sont exposées les personnes et les biens [...] de prendre des dispositions pour appliquer ces normes...». Le texte, malgré l'utilisation du terme de norme qui semble porter reconnaissance à l'Agence d'un pouvoir réglementaire, comporte une double limitation à la fonction de radioprotection. Le pouvoir normatif est réduit dans sa portée et concurrencé par d'autres organisations.

1. Une fonction normative limitée dans ses effets[6]

A la lecture des publications de l'AIEA, le juriste a le sentiment de se trouver en présence d'une activité foisonnante. Dès 1958, l'Agence publie un Manuel sur la manipulation des radioisotopes, complété en 1960 par deux additifs sur la protection radiologique. En 1961, elle rédige un Manuel sur l'exploitation des ensembles critiques et des réacteurs de recherches ainsi que le rapport d'un groupe d'experts chargé d'étudier les problèmes relatifs à l'évacuation des déchets radioactifs dans la mer. En 1962, sont promulguées les Normes fondamentales de radioprotection. Le Code des prescriptions sur la gestion des déchets radioactifs produits par les utilisateurs de radioisotopes, les Manuels sur l'organisation des services de protection radiologique et sur le contrôle radiologique du personnel sont promulgués en 1964 comme normes de sécurité[7].

L'AIEA s'est également illustrée dans le domaine du transport des matières radioactives[8]. En 1960, le Conseil des gouverneurs approuve le Règlement de transport des substances radioactives qui sera révisé en 1964 et complété par des Normes pour l'emballage des matières très radioactives en 1966. Les études et publications se sont multipliées pour assurer l'adaptation des normes aux progrès techniques, à l'expérience acquise, aux nouvelles formes d'activités nucléaires[9].

Dès lors, il peut sembler paradoxal de parler de normativité réduite. Mais il faut tempérer l'approche quantitative par l'analyse juridique des normes et la mesure de leur force obligatoire.

a) La notion de Norme AIEA

La multiplicité des instruments juridiques utilisés par l'Agence aboutit à la création d'un véritable maquis. On y trouve des *Normes* et *Règlements* élaborés par les groupes d'experts, communiqués aux Etats membres pour recueillir leurs observations, soumis ensuite au Conseil des gouverneurs de l'Agence pour approbation. L'Agence publie des *Manuels,* donne des *Avis techniques,* rend compte de *Travaux d'experts,* documents qui n'ont aucune valeur juridique, l'organisation précisant

elle-même dans certains cas qu'ils «ne sauraient être considérés comme l'expression officielle de son point de vue». Quant aux Codes, leur valeur juridique varie en fonction de la procédure suivie pour leur élaboration: ils n'ont valeur réglementaire que dans les hypothèses où ils sont promulgués en tant que partie intégrante des normes de sécurité.

Le processus formel d'élaboration permet de distinguer les actes juridiques (normes, codes, règlements) de simples documents: la décision juridique de sécurité est l'acte approuvé par le Conseil des gouverneurs et publié sous son autorité en tant que norme internationale. Cette définition de la norme n'emporte pas pour conséquence sa valeur obligatoire dans toutes les hypothèses: la portée de la norme est liée à la situation dans laquelle elle s'inscrit.

b) La force obligatoire des normes AIEA

La norme AIEA constitue un règlement interne qui doit être appliqué à toute opération comportant un risque d'exploitation entreprise par l'Agence elle-même ou par un Etat membre grâce à l'assistance reçue de l'Agence ou par son intermédiaire. Pour répondre à ses obligations, dans la première hypothèse, l'Agence a rapidement mis au point un système de protection efficace pour son propre personnel et pour la sécurité des centres dont elle assure la gestion. Dans le second cas, l'accord de projet comporte l'engagement de l'Etat de se soumettre aux normes AIEA. Ces dernières comportent un élément de souplesse: l'Etat peut éventuellement proposer l'application d'autres normes de sécurité, l'Agence se réservant le droit de déterminer si ces normes sont compatibles avec les siennes et comportent une efficacité équivalente. L'Agence semble également vouloir juridiciser les documents non obligatoires puisque l'Etat s'engage également à s'efforcer de garantir les conditions de sécurité recommandées dans les manuels.

La norme AIEA constitue un règlement acquérant valeur obligatoire par l'existence d'un accord ou à la demande expresse d'un Etat. Elle est considérée comme valeur de référence. Le statut prévoit que, à la demande des parties, les normes peuvent être appliquées aux opérations effectuées en vertu d'un accord bilatéral ou multilatéral, ainsi qu'à la demande d'un Etat, à ses activités dans le domaine de l'énergie nucléaire.

Dans tous les autres cas, la norme AIEA n'a que valeur de recommandation. Selon l'article de 5.D., l'Agence peut adresser des recommandations aux Etats membres. Fréquemment, le Conseil des gouverneurs et la Conférence générale ont invité les Etats membres à prendre pour base de leur propre réglementation les normes élaborées par l'AIEA: la force de ces recommandations, sous forme d'incitation, réside dans la valeur technique des textes élaborés par des spécialistes. Toutefois, l'AIEA n'est pas la seule organisation concernée et sa fonction normative se trouve concurrencée.

2. Une fonction normative concurrencée

Au moment de la création de l'AIEA, le domaine de la sécurité nucléaire est déjà partiellement occupé. La duplication de l'atome, son utilisation multiforme (santé – nourriture – météorologie) ne devait manquer d'entraîner l'Agence «into some frictions with the specialized agencies» et il a fallu tout le poids de l'O.N.U. pour que les institutions spécialisées admettent la primauté de l'Agence dans la réglementation de la radioprotection. De plus, dans un laps de temps très réduit, à la fin des années 1950, deux autres organisations internationales sont crées qui vont œuvrer dans le domaine nucléaire avec des pouvoirs renforcés. Euratom (1.1.58) a pour objectif d'œuvrer au développement d'une puissante industrie nucléaire européenne dans le cadre de l'édifice communautaire et l'Agence pour l'Energie Nucléaire (1.2.58) apparaît comme une institution charnière chargée d'apporter à l'AIEA la contribution

globale des pays les plus avancés et d'offrir aux Etats de la Communauté une forme élargie de coopération. Dans le domaine spécifique de la radioprotection, dans des aires géographiques qui souvent se recoupent ou se superposent, les trois institutions vont exercer des compétences parallèles.

a) Un rôle prépondérant concurrencé

Lorsque l'Assemblée générale, le 3 décembre 1955, approuve l'intention des Etats participant aux travaux de préparation des statuts de l'Agence d'inviter les institutions spécialisées à la Conférence chargée d'élaborer les statuts définitifs, les représentants de l'OMS et de l'OIT expriment leur inquiétude et indiquent que les institutions spécialisées ne sont pas favorables à l'abandon des activités déjà exercées par elles en matière d'application de l'énergie nucléaire dans le cadre de leur programme. La directeur de l'OIT déclarait qu'aucune question relevant du domaine de la santé et des conditions de sécurité des travailleurs ne pouvait entrer dans la compétence de l'AIEA. La commission préparatoire chargée de préparer un certain nombre de recommandations relatives aux relations entre l'AIEA et les institutions spécialisées, se contente d'exprimer l'espoir que les programmes d'activités prendraient dûment en compte la responsabilité majeure qui incombe à l'Agence dans ce domaine.

Les accords conclus tirent les conséquences du rôle prépondérant reconnu à l'Agence. les institutions spécialisées reconnaissent la responsabilité principale de l'AIEA mais sans préjudice de droits dont elles disposent. L'art.1 § 2 de l'accord passé entre l'Agence et l'OMS est un modèle de répartition des compétences par son obscure clarté[10] : « l'OMS reconnaît qu'il appartient principalement à l'AIEA d'encourager, d'aider et de coordonner dans le monde entier la recherche ainsi que le développement et l'utilisation pacifique de l'énergie atomique, sans préjudice du droit de l'OMS à s'attacher à promouvoir, développer, aider et coordonner l'action sanitaire internationale, y compris la recherche, sous tous les aspects de cette action ».

Tous les accords se sont habilement abstenus de prévoir un mode de règlement des conflits de compétence. Tous sont construits sur le même modèle : ils organisent un représentation réciproque, l'échange de renseignements et de documents. Dans la réalité, l'AIEA et les institutions spécialisées « doivent recourir à la technique de la persuasion et en appeler à la bonne volonté mutuelle ». Cet état de chose a provoqué les critiques de l'Ecosoc qui attire l'attention des parties sur la nécessité d'une coopération effective. La même exigence pourrait s'exprimer vis-à-vis des organisations internationales qui interviennent exclusivement dans le domaine nucléaire : la concurrence envers l'AIEA y est encore plus sévère.

b) Des compétences parallèles

L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire afin d'exécuter ses attributions dans le domaine de la radioprotection a, dès l'origine, constitué un Comité de Protection Radiologique et de Santé Publique chargé d'établir un recueil de normes fondamentales. En 1959, le Conseil de l'organisation a approuvé un guide édictant des normes de base. L'A.E.N. a également publié des recommandations de sécurité dans de multiples domaines, notamment des normes de radioprotection applicables à la conception, à la construction, aux essais et contrôles de simulateurs cardiaques radioisotopiques.

Tout au long de son histoire, l'activité de l'AEN n'a cessé de se développer. Un système de surveillance et d'alerte a été créé par une décision du Conseil et l'Agence s'est essentiellement préoccupée des problèmes posés par les déchets radioactifs et leur effet sur la santé et l'environnement. Elle a également patronné une opération d'évacuation des déchets en mer.

Le cas d'Euratom est encore plus significatif: le traité instituant la CEEA charge celle-ci d'établir des normes uniformes dans les Etats membres pour la protection sanitaire de la population et des travailleurs. Ces normes doivent porter sur les doses maximales admissibles et sur les principes de surveillance et contrôle des travailleurs de l'atome[11].

Dès 1959, le Conseil des Ministres a adopté des directives établissant les normes de base, normes régulièrement amendées depuis. Or, contrairement aux normes AIEA, elles ont un effet direct en droit national: elles obligent chaque Etat destinataire quant au résultat à atteindre tout en laissant une certaine liberté quant aux moyens d'y parvenir. En vertu de l'article 37 du Traité, les Etats sont tenus de communiquer à la Commission des projets de réglementation établis en application de ces normes.

Le Traité Euratom, contrairement aux statuts AIEA, comporte un chapitre complet relatif à la protection sanitaire: chaque Etat doit établir les installations nécessaires pour effectuer un contrôle permanent du taux de la radioactivité de l'atmosphère, des eaux et du sol ainsi que le contrôle du respect de ces normes de base. Les renseignements doivent être communiqués régulièrement et la Commission peut elle-même vérifier l'efficacité des installations. Tout projet de rejet d'effluents radioactifs doit être communiqué à la Commission afin de lui permettre de contrôler les risques de contamination. Tout Etat qui a l'intention de se livrer à des expériences particulièrement dangereuses doit prendre des précautions sanitaires supplémentaires et recueillir préalablement l'avis de la Commission. Enfin, en cas d'urgence la Commission dispose d'un pouvoir d'intervention et d'injonction.

Dans le foisonnement des textes relatifs à la radioprotection, la place de l'AIEA paraît donc fort réduite. Deux éléments viennent toutefois tempérer ce jugement.

Tout d'abord en raison de l'existence d'une culture scientifique. A la base de toute réglementation se situent les travaux de la Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements. Cet organisme créé en 1928 par le Congrès International de Radiologie publie régulièrement des recommandations en matière de radioprotection. Ces textes exercent, en raison de l'indépendance et de l'autorité de leurs auteurs, une influence déterminante sur toutes les organisations compétentes dans le domaine nucléaire. Ils permettent d'atteindre un niveau élevé d'unification des règles nationales et internationales.

Par son caractère universel, ensuite, l'AIEA conforte l'homogénéité des règles de radioprotection. Les heurs et malheurs du nucléaire allaient la désigner comme l'organisation indiquée pour jouer un rôle déterminant.

II. LA RADIOPROTECTION, FONCTION MAJEURE DE L'AIEA

Les jugements portés sur les activités de l'AIEA sont contradictoires. Pour les uns, elle aurait joué un rôle essentiel dans la non prolifération. Pour d'autres, par sa finalité même de développement, elle aurait multiplié les risques nucléaires. De façon plus globale, les appréciations relatives à l'énergie nucléaire sont plus dominées par la passion que par la rationalité. La terminologie utilisée rend compte de ce phénomène: technique révolutionnaire, découverte extraordinaire pour ses défenseurs, elle illustrerait pour ses contempteurs la pensée de Valéry selon laquelle nos civilisations sont désormais mortelles. Les rayonnements au service de la santé? Tchernobyl, catastrophe gigantesque reproduisant les traits meurtris d'Hiroshima?

Dans le domaine de la radioprotection, paradoxalement, les réussites du nucléaire, comme ses échecs, ont conduit au renforcement des compétences de l'AIEA. Dominés par le principe de précaution[12], le développement nucléaire comme les risques d'accident exigent un accroissement exponentiel des mesures de protection;

1. Une fonction liée aux succès du nucléaire

L'agence a pour objectif d'élargir et de développer l'emploi de l'énergie nucléaire en facilitant la diffusion pour tous ses membres de la capacité technique, des infrastructures et des matières premières. L'assistance technique allait comporter un volet relatif à la radioprotection qui s'accompagnait d'une politique d'harmonisation avec l'ensemble des organisations internationales.

a) Radioprotection et assistance technique[13]

Le statut insiste à plusieurs reprises sur l'idée que les pays en voie de développement doivent bénéficier en priorité des activités de l'Agence: elle tient «dûment compte des régions sous-développées du monde», répartit ses ressources en «tenant compte des besoins particuliers des régions sous-développées. Selon le degré de développement des pays aidés, l'intervention de l'Agence consiste dans la préparation à l'utilisation de l'atome (élévation du niveau scientifique général) dans l'introduction des sciences nucléaires (emploi des radioisotopes en médecine – diagnostic et traitement des maladies endémiques en agriculture – amélioration des récoltes – en hydrologie) dans le perfectionnement par les pays qui projettent de créer des réacteurs de recherche.

Le projet de l'Agence ne doit pas conduire à un accroissement des risques qui ne seraient pas suffisamment maîtrisés et c'est pourquoi l'art.11 E.3 dispose qu'avant d'approuver un projet, le Conseil des gouverneurs tient dûment compte «de l'existence de règles sanitaires ou de règles de sécurité adéquates pour la manutention et l'entreposage et pour le fonctionnement des installations». La fonction de radioprotection va de pair avec la fonction de développement: les bourses d'étude, les centres régionaux de formation, les laboratoires mobiles, les experts répondent à cette double mission. Au départ des contrats relatifs à la radioprotection qui représentent les 3/4 des fonds alloués aux contrats de recherche ne concernent les pays en voie de développement que pour le 1/5 des sommes totales, mais très rapidement ils sont également répartis entre les pays en voie de développement et les pays technologiquement avancés.

L'AIEA a favorisé la création, par les pays en voie de développement, de leur propre service de radioprotection ou l'amélioration des services existants, la promulgation d'une législation spéciale, l'organisation du contrôle radiologique des personnels, l'institution de procédures d'autorisation et d'inspection. L'AIEA envoie des missions d'experts pour permettre l'application des normes de radioprotection qu'elle a elle-même édictées, assure la formation des personnels par des cours interrégionaux (Afrique – Moyen Orient) ou des enseignements donnés à Vienne, au siège (cours pratiques de cinq semaines pour le personnel des services nationaux de radioprotection).

L'Agence a également lancé plusieurs programmes, notamment la mission RAPAT[14] visant à aider les pays en voie de développement à évaluer la qualité de leurs services de radioprotection: les pays membres qui en font la demande reçoivent la visite d'équipes consultatives chargées de déterminer les besoins et l'assistance technique que l'Agence devra fournir.

Si initialement l'utilisation des rayonnements ionisants dans les pays en voie de développement n'a pas été accompagnée d'un effort notoire de l'Agence pour protéger le personnel et la population parce que l'on partait du principe que les application de l'atome faisaient appel à des sources de faible activité et présentaient si peu de risques qu'il était inutile d'exercer un contrôle réglementaire, au nom du principe de précaution, l'AIEA a accru son aide: en 1989, 17 pays africains recevaient une assistance radioprotection et au cours des années 1985-1990, 15 % du total des dépenses au titre de l'assistance concernaient la radioprotection. Les initiatives se

sont multipliées depuis lors: mission consultative au Zimbabwe pour évaluer le problème de radioprotection que soulève l'exploitation d'un accélérateur de 6 Mev, mission préparatoire au Cameroun, cours pour les radioprotectionnistes à Nairobi, services de dosimétrie fournis au Nigéria et au Sierra Leone, séries d'étalonnages attribuées au Kenya et à la Tunisie...

Ces projets dépassent souvent les capacités financières de l'Agence qui ne pourrait répondre à toutes les demandes sans l'aide financière du PNUD. Ils sont souvent confiés à l'AIEA pour exécution en harmonisation avec les autres organisations spécialisées. En matière de radioprotection, l'Agence apparaît progressivement comme le maître d'œuvre, le point fixe et central d'un dispositif plus large.

b) Radioprotection et harmonisation

En décembre 1988, la Conférence internationale sur l'acceptation, le contrôle et le commerce des aliments irradiés a adopté un certain nombre de principes qui, bien que n'ayant pas force exécutoire, expriment la convergence de plusieurs courants. Elle s'est réunie sous les auspices de l'AIEA, de la FAO, de l'OMS et de la CNUCED/GATT. Au temps de la méfiance entre les agences et les institutions spécialisées s'est substitué celui de la coordination. Au splendide isolement de chacune des organisations compétentes en matière nucléaire a succédé le temps de la collaboration[15].

AIEA – Institutions spécialisées[16]

La coordination est à la fois fonctionnelle, structurelle et régionale.

En vertu des nouveaux accords conclus, l'activité de l'Agence en médecine et en biologie est étroitement coordonnée avec le programme de l'OMS. Elle sert de plus en plus fréquemment de conseiller technique pour les méthodes nucléaires et fournit ses services techniques. L'Agence et l'UNESCO conjuguent leur action pour que les services nucléaires soient inscrits au programme des établissements d'enseignement secondaire: elles financent conjointement le Centre International de Physique Théorique.

L'Agence et l'OIT ont conclu des accords pour la formation de techniciens au Centre International de Perfectionnement Professionnel et Technique de Turin. Elle coopère avec l'O.I.T. et la O.M.M. pour l'utilisation de radioisotopes dans l'étude des questions météorologiques et établit des relations avec la BIRD et la Banque de Développement de l'Asie[17].

Plus étroites parce que structurelles sont les relations AIEA-FAO. Leur division mixte exécute les programmes dont l'objet est d'aider les Etats membres à mieux utiliser les rayonnements et les radioisotopes en agriculture et pour le traitement des produits alimentaires.

Enfin l'Agence et les institutions spécialisées tendent à appliquer des solutions régionales aux problèmes qui affectent plusieurs pays. A cet effet, l'AIEA s'est lancée dans une politique de décentralisation pour répondre aux demandes du Comité Scientifique des Nations-Unies.

Les organisations internationales spécialisées dans le nucléaire ont également multiplié les liens qui les unissent.

Entre l'AEN et l'AIEA une collaboration active s'est mise en place pour l'élaboration conjointe des normes de base sur la radioprotection, les normes de protection pour les montres et horloges radioluminiscentes, projets IUREP (Evaluation des réserves potentielles en uranium) et IRS (système de notification des incidents dans les centrales), banque de données, index de recherche sur la sûreté nucléaire. L'AIEA s'est souvent référée aux recherches ou modèles AEN pour les étendre universellement. Euratom est également associé à ces recherche à partir du centre d'Ispra en Italie. Progressivement, le droit de la radioprotection devient un droit universel. Les frontières marquent souvent une limite à l'efficience des normes internationales mais n'ont pas capacité à arrêter la radioactivité. Les échecs du nucléaire l'ont démontré.

2. Une fonction liée aux échecs du nucléaire

L'accident nucléaire d'une part, et l'état inquiétant de certaines centrales nucléaires d'autre part ont conduit l'AIEA à développer sa fonction de radioprotection grâce à un renforcement de la coopération internationale que l'on ne rencontre pratiquement dans aucun autre domaine.

1. Sous l'égide de l'AIEA, la communauté internationale allait exprimer par consensus la volonté d'élaborer un droit international effectif grâce aux deux conventions du 26 septembre 1986, l'une relative à la notification rapide en cas d'incidents, l'autre portant sur la convention d'assistance en cas d'accidents nucléaires ou de situations d'urgence[18].

Par la première convention, est assujetti à l'obligation de notification tout Etat sur le territoire duquel se produirait un accident nucléaire dès lors qu'il pourrait entraîner comme conséquence un rejet transfrontalier susceptible d'avoir de l'importance du point de vue de la sûreté radiologique pour un autre Etat. La notification immédiate est effectuée soit directement, soit par l'intermédiaire de l'AIEA.

La seconde prévoit une fourniture rapide d'assistance. L'aide peut être directe ou fournie par l'AIEA qui centralise toutes les informations. L'Agence a pour mission de diffuser les divers renseignements fournis par les Etats (experts, matériels, matériaux proposés). Dans le prolongement de cette convention, l'AIEA et l'O.M.S. ont mis en place un réseau de laboratoires au service de la surveillance radiologique.

2. La sûreté des installations nucléaires est devenue la priorité de l'AIEA. Jusqu'alors, pour assurer sa fonction préventive de radioprotection, l'Agence avait mis en place un système d'inspection facultative (système OSART et ASSET) qui permettait d'assister les pays demandeurs dans l'évaluation de la sécurité de leurs installations nucléaires. Elle a également élaboré un Code des pratiques et guides de sûreté sur la conception ou l'exploitation des réacteurs (NUSS) ou de principes de base de sécurité nucléaire (INSAG), mais, Tchernobyl et l'état d'insécurité des centrales des pays de l'Est ont conduit l'Agence vers une politique de maximisation de la sûreté. La Convention du 17.6.1994 sur la sûreté nucléaire[19] constitue le premier instrument international intervenant dans ce domaine, adopté sous l'égide de l'AIEA. Le but est d'atteindre un haut niveau de sûreté nucléaire dans le monde entier, de promouvoir une véritable culture de la sûreté nucléaire afin de protéger les individus, la société et l'environnement contre les effets nocifs des rayonnements ionisants. Parmi les obligations qui s'imposent aux parties contractantes sont prévues l'élaboration de plans d'urgence et l'adoption de normes appropriées en matière de radioprotection des travailleurs et du public. La notion d'urgence radiologique a fait son entrée dans le vocabulaire de l'AIEA. Les considérations éthiques (culture nucléaire – précaution) sont venues enrichir le domaine du droit.

Pendant longtemps on a adopté une approche sectorielle du risque nucléaire. On distinguait ainsi plusieurs chapitres: le droit de la non prolifération qui avait pour objet d'éviter une dissémination de l'arme nucléaire, la sûreté relative à la fiabilité des centrales nucléaires, la protection physique qui s'attachait à la prévention et à la répression du terrorisme nucléaire, la radioprotection enfin qui concernait la protection radiologique des populations et des travailleurs. L'action de l'AIEA a permis de tracer une transversale fulgurante dans cet inventaire. Elle a rappelé que l'énergie atomique doit être au service de l'homme et que la radioprotection est le thème unificateur autour duquel doit se construire le droit nucléaire.

NOTES

1. JACOBUCCI, M., «La politica atomi per la pace nei dieci anni dell'AIEA», *La communità internazionale*, oct. 1967, p. 67.
2. Etats dotés d'armes nucléaires.
3. FISCHER, G., «L'AIEA», *AFDI*, 1956, p. 616.
4. Dans le budget 1996, les dépenses de garanties représentent 15 fois celles engagées pour la sûreté radiologique.
5. La réforme des statuts n'a pas entamé cette tendance. *Bulletin de Droit Nucléaire,* 1970, n°6, p. 54.
6. HERRERO DE LA FUENTE, A., «La valeur juridique de la réglementation internationale en matière de risque nucléaire», *Bulletin de Droit Nucléaire,* 1982, n°30, p. 49
7. Voir notre ouvrage, *L'AIEA,* Colin, 1966, p. 134 et s.
8. SALLERON, «La réglementation internationale des transports de matières radioactives», *Aspects du droit de l'énergie atomique,* t.II, p. 200.
9. Sur la notion de révision des normes fondamentales de radioprotection de l'AIEA, *Bulletin de Droit Nucléaire,* 1981 n°28, p.41.
10. Doc. A. 12/A.F.L./5.
11. COURADES, J. M., «La nouvelle directive 96/20 Euratom sur les normes de base relatives à la protection de la population et des travailleurs contre les rayonnements ionisants», *Bulletin de Droit Nucléaire*, 1996, n°58, p. 51.
12. Le célèbre principe «ALARA» (As Low As Reasonably Achievable), BOURTANY, K., «La normativité nucléaire», *Bulletin de Droit Nucléaire,* 1993, n°51, p.7.
13. RIDNAY, M., «La coopération technique au service du développement», *Bulletin AIEA,* 1987, p. 35.
14. ABU BAKR, A., «La radioprotection en Afrique», *Bulletin AIEA,* 1989, p. 13.
15. AIEA/AEN/BIT/FAO/OMS/OPS, «Normes internationales de protection contre les radiations», *Bulletin de Droit Nucléaire,* 1995, p. 53.
16. Réseau AIEA/OMS de laboratoires au service de la surveillance radiologique, *Bulletin AIEA,* 1987, p. 58.
17. Rapport du Conseil des Gouverneurs à la Conférence générale, G.C. XIII.380, p. 43
18. Cf. notre ouvrage, *Droit Nucléaire*, Que Sais-Je ?, 1995, p. 97 et s.
19. INF/CIRC/449.

BIBLIOGRAPHIE

Les études relatives à la radioprotection dans le cadre de l'A.I.E.A. sont relativement rares. Les analyses juridiques font défaut et les développements sont souvent factuels. La doctrine s'est surtout intéressée à la non prolifération et au système des garanties mis en place par l'Agence; Pour une bibliographie complète sur ce thème voir «La vérification: symbole de la transparence dans les accords de limitation des armements et de désarmement nucléaire», Thèse de M. Djamal KRID, Nice, 1997 (sous ma direction).

Ouvrages généraux

C.N.R.S. (ouvrage collectif), *Aspects du droit de l'énergie atomique*, t. I et II, 1967.

FISCHER, G., *L'énergie atomique et les Etats-Unis*, L.G.D.J., Paris, 1957; *La non-prolifération des armes nucléaires*, L.G.D.J., Paris, 1969.

FURET, M. F., *Expérimentation des armes nucléaires et droit international public*, L.G.D.J., Paris, 1966.

JACCHIA, E., *Atome et sécurité*, Dalloz, Paris, 1964.

LABEYRIE-MENHEM, C., *Des institutions spécialisées*, Pedone, Paris, 1953.

RAINAUD, J. M., *L'A.I.E.A.*, A. Colin, 1970 ; *Le droit nucléaire*, P.U.F., Que Sais-Je ?, 1994.

SALMAN, S., *L'A.I.E.A.*, thèse, Paris, 1966.

Articles

BALEJKIAN, W., «Les rapports de l'A.I.E.A. avec les autres organisations internationales», *R.G.D.I.P.*, Paris, 1965, t.I, p. 84 et ss.

CHARLIER, R. E., «Questions juridiques soulevées par l'évolution de la science atomique», *R.C.A.D.I.*, Paris, 1957, p. 217.

COLLIARD, C.-A., «Egalité ou spécificité des Etats dans le droit international public actuel», in *Mélanges Trotabas*, L.G.D.J., Paris, 1970, p. 529.

COULON, R., «Les leçons tirées de Tchernobyl», *Revue Générale Nucléaire*, n°3, mai-juin 1991, 87 pages.

DUPUY, R.-J., *L'affectation exclusive du lit des mers et des océans à une utilisation pacifique*, Colloque de Nice, 6 et 7 juin 1969.

DUPUY, R.-J., «Le traité sur l'Antarctique», A.F.D.I., Paris, 1960, p. 111.

DUTRILLAUX, B., «Hérédité et cancers. Quel rôle peuvent jouer les radiations ?», *CLEFS C.E.A.*, n°22, automne 1991, pp. 13-23.

FINKELSTEIN, A., «Les activités de contrôle de l'A.I.E.A.», *Aspects du droit de l'Energie atomique*, C.N.R.S., p. 426.

FISCHER, D. A. V., *L'A.I.E.A.*, Doc. Pl. 284.

FISCHER, G., «L'A.I.E.A.», *A.F.D.I.*, Paris, 1956, p. 616 ; «L'accord entre l'O.N.U. et l'A.I.E.A.», *A.F.D.I.*, Paris 1967, p. 377; «L'interdiction partielle des essais nucléaires», *A.F.D.I.*, Paris 1963, p. 3.

FITTERPA, M., «L'A.I.E.A.», *La Comunità internazionale*, décembre 1958, janvier 1959.

FITOUSSI, L., «Limites de dose», *Revue Scientifique et Technique du Commissariat à l'Energie Atomique, CLEFS C.E.A.*, n°6, juillet 1987 pp. 22-33.

FURET, M. F., «La non-prolifération des armes nucléaires», *R.G.D.I.P.*, Paris, 1967, p. 1009.

GALLE, P., «La médecine nucléaire», *Revue Générale Nucléaire*, n°5, septembre-octobre 1993.

GIJSSELS, J., «Euratom et le traité de non-prolifération des armes nucléaires sous l'angle du droit», *Cahiers du droit de l'énergie atomique*, I, p. 57.

HERBERT, J., «Le nucléaire et le droit», *Revue Générale Nucléaire*, n°2, mars-avril 1981.

HERVE, A., «Vivre avec le nucléaire», *GEO*, n° 95, janvier 1987, pp. 10-29.

ISNARD, J., «Mururoa mon amour», *GEO*, n°82, décembre 1985, pp. 126-148.

JACOBUCCI, M., «La politica Atomi per la pace nei dieci anni dell'AIEA», *La Comunità internazionale*, octobre 1967.

RANNOU, A., «Le radon dans les habitations», *CLEFS C.E.A.*, n°13, été 1989, pp. 17-27.

REUSS, P., «Qu'est-ce que la radioprotection ?», *CLEFS C.E.A.*, n°15, hiver 1989, pp. 26-27.

ROUSSEAU, CH., «Problèmes de technique juridique soulevés à l'occasion de la conclusion et de la mise en vigueur du traité de Moscou», *R.G.D.I.P.*, Paris, 1964, pp. 182-191.

RUBINSTEIN, A.-Z., «On I.E.A.'S. Future», *Bulletin of the atomic Scientists*, Chicago, janvier, 1965, pp. 25-27.

SOUBEYROL, J., «L'action internationale contre l'apartheid», *R.G.D.I.P.*, Paris, 1965.

STOESSINGER, J.-G., «The I.A.E.A.: The first phase», *International Organization*, vol. XIII, n°3, p. 394.

SUGIER, A. et METIVIER, H., «Les nouvelles recommandations de la C.I.P.R.», *CLEFS C.E.A.*, n°21, été 1991, pp. 38 à 47.

SZASZ, P., «The I.A.E.A. Safeguards», *Revue belge de droit international*, 1967, I, p. 201.

TIMARCHE, M., «Irradiations et risques de cancers: l'apport de l'épidémiologie», *CLEFS C.E.A.*, n°21, printemps 1990, pp. 15-26.

VENEZIA, J.-C., «Logique nucléaire et pouvoirs diplomatiques», in *Mélanges Trotabas*, L.G.D.J., Paris, 1971, p. 459.

WADSWORTH, J.-J., «The Role of the I.A.E.A.», *The Departement of State Bulletin*, 26 mai 1956.

Interférences entre l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS)

Michel FERNEX

INTRODUCTION

Lorsque les promoteurs du nucléaire commercial ont mis en chantier les premières centrales atomiques, les élus et les industriels semblaient surpris de constater que bien des citoyens ne parvenaient pas à dissocier dans leur esprit, les centrales proposées et l'industrie qui produit les bombes atomiques. A cette époque, je n'avais guère plus de vingt ans, et cette nouvelle source d'énergie me séduisait: elle devait permettre aux fleuves et rivières, canalisés pour la production d'énergie électrique, de retrouver leur cours spontanés. Il n'était pas question de risque et le problème des déchets allait être réglé incessamment. L'énergie des centrales atomiques était promise à tous les peuples qui signeraient le Traité de Non Prolifération (TNP), à condition qu'ils renoncent à fabriquer des bombes atomiques; cinq pays conservaient le droit d'en posséder provisoirement.

La Confédération helvétique a signé ce traité et entrepris la construction du réacteur expérimental de Lucens. Les citoyens étaient convaincus que c'était dans l'esprit de «l'atome pour la paix», terminologie utilisée dans l'article 4 du TNP. Les historiens nous diront s'il est vrai qu'à Lucens «l'atome pour la paix» était aussi une centrale atomique qui devait produire le plutonium, l'explosif de la future bombe atomique suisse*. La technologie des centrales utilisant l'uranium comme combustible n'a pas évolué de façon fondamentale. En effet, à l'origine, les réacteurs atomiques étaient des usines de guerre, fabriquant du plutonium, la chaleur n'étant alors qu'un «déchet». Ce sont les Russes qui les premiers ont utilisé ce sous-produit, la chaleur, pour fabriquer du courant électrique en plus de l'explosif. Aujourd'hui, les centrales atomiques qui fournissent du courant électrique, continuent à produire du plutonium, ainsi que des quantités d'autres radionucléides, dangereux pour les cellules et tout particulièrement pour le patrimoine génétique de toutes formes de vie, donc des humains.

L'ACCORD AIEA/OMS

Les promoteurs des centrales atomiques, et l'AIEA en particulier, ont de tout temps investi dans une propagande bien orchestrée, pour que cessent les craintes «injustifiées» des populations face au nucléaire commercial. Ces craintes risquaient de gêner le développement rapide des centrales atomiques. Pour l'AIEA, il était essentiel de trouver le moyen de mettre fin aux publications de travaux, susceptibles d'inquiéter les populations et les responsables politiques.

En 1957, une publication de l'OMS sur les «Effets génétiques des radiations chez l'homme» souligne les dommages provoqués

par les mutations ponctuelles et leurs rapports avec les doses de rayonnement. Le travail signé par le professeur américain H. J. Muller, un biologiste célèbre, lauréat du Prix Nobel, de même que les travaux sur les mutations chez l'homme, risquaient de mettre en danger l'industrie atomique du fait de ses atteintes à la santé. Muller avait en particulier relevé que des doses de rayonnement très faibles pouvaient produire des altérations du génôme, sans que l'on puisse déceler de rapport linéaire entre les doses les plus faibles et ces altérations.

L'année suivante, en 1958, l'AIEA et l'OMS, deux organisations des Nations Unies, concluent un Accord, qui contraint l'OMS à ne plus entreprendre de recherches, ni publier de documents pouvant gêner la promotion des centrales atomiques, et à conserver un caractère confidentiel à certaines informations sensibles (1).

L'article I de cet Accord stipule en effet que:

> «Chaque fois qu'une des parties se propose d'entreprendre un programme ou une activité dans un domaine qui présente ou peut présenter un intérêt majeur pour l'autre partie, la première consulte la seconde en vue de régler la question d'un commun accord.»

L'Article III précise en outre que:

> «L'Agence internationale pour l'énergie atomique et l'Organisation mondiale de la santé reconnaissent qu'elles peuvent être appelées à prendre certaines mesures restrictives pour sauvegarder le caractère confidentiel de renseignements qui leur auront été fournis.»
>
> «Sous réserve des arrangements qui pourraient être nécessaires pour sauvegarder le caractère confidentiel de certains documents, le Secrétariat de l'AIEA et le Secrétariat de l'OMS se tiennent mutuellement au courant de tous les projets et tous les programmes de travail pouvant intéresser les deux parties.»

Cet Accord retire en conséquence à l'OMS la possibilité d'analyser, de manière indépendante, l'impact des installation atomiques sur la santé.

La confidentialité instaurée par cet Accord est par ailleurs contraire à la Constitution de l'OMS (voir pp. 1-18 de la référence 1). En effet, parmi les 22 fonctions qui doivent permettre à l'OMS d'atteindre ses objectifs pour la santé dans le monde, figurent les points suivants:

> «Fournir toutes informations, donner tous conseils et toute assistance dans le domaine de la santé.»
>
> «Aider à former, parmi les peuples, une opinion publique éclairée en ce qui concerne la santé.»

Malgré les contradictions entre la Constitution de l'OMS et les paragraphes de l'Accord cités ci-dessus, l'Accord entre l'AIEA et l'OMS a été approuvé par la 12e Assemblée mondiale de la santé, le 28 mai 1959.

Pour mieux comprendre la portée de cette restriction de l'information des populations, il faut lire le numéro 151 de la Série de Rapports Techniques de l'OMS (2). La conclusion du chapitre: «Politique à suivre en cas d'accident et de dangers imprévus», à la page 50 de ce document, s'exprime en ces termes sybillins:

> «Cependant, du point de vue de la santé mentale, la solution la plus satisfaisante pour l'avenir des utilisations pacifiques de l'énergie atomique serait de voir monter une nouvelle génération qui aurait appris à s'accommoder de l'ignorance et de l'incertitude et qui, pour citer Joseph Addison, le poète anglais du XVIIIe siècle, saurait chevaucher l'ouragan et diriger la tempête.»

Cette conclusion traduit un mépris des populations, tout à fait contraire à l'esprit et à la lettre de la Constitution de l'OMS. En novembre 1995, lors du congrès organisé par l'OMS sur Tchernobyl à Genève, M. Claude Haegi, représentant le gouvernement de Genève, a lu ce texte en assemblée plénière. Une autre phrase a été citée par M. Haegi est celle exprimée par M. Blix, Directeur Général de l'AIEA, 4 mois après la catastrophe de Tchernobyl, et publiée le 28 août 1986, dans le journal le Monde. M. Blix y affirme que, vu l'importance de l'énergie atomique, le monde pourrait supporter un accident comparable à celui de Tchernobyl par an. M. Haegi de conclure: «Un Tchernobyl suffit. Il faut tendre vers une sécurité quasi totale.» Cette contribution, comme tant d'autres n'a pas été mentionnée dans le document fourni après ce congrès (3).

CONGRÈS DE L'OMS, NOVEMBRE 1995

En novembre 1995, l'OMS organise un congrès médical, consacré aux problèmes de santé consécutifs à l'explosion du réacteur de Tchernobyl, près de dix ans plus tôt. Le Dr Hiroshi Nakajima, Directeur général de l'OMS, avait choisi cette date, afin qu'elle coïncide avec le cinquantenaire des bombardements atomiques des villes de Hiroshima et de Nagasaki; il avait placé la conférence sous la présidence du Préfet de Hiroshima.

L'AIEA était, bien entendu, également partie prenante de ce congrès, cependant elle n'y contrôlait pas la totalité des conférenciers. La date choisie a permis aux médecins de s'exprimer avant le congrès de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), prévu 6 mois plus tard, en avril 1996, à Vienne, sachant que l'AIEA sélectionnerait sévèrement ses propres rapporteurs.

Malheureusement, les travaux présentés à Genève, qui devaient être publiés en mars 1996, soit un mois avant la réunion de l'AIEA, ne furent pas publiés. Ils ne le sont toujours pas à ce jour.

Pourtant, fin 1996, un livre bénéficiant d'une large distribution, (Distr.: GENERAL WHO/EHG 95.19.) rassemble des données sur la phase initiale du Programme IPHECA (International Programme on the Health Effects of the Chernobyl Accident). Ce document (3) est envoyé aux participants au congrès de Genève, qui n'y retrouvent pratiquement aucune des communications attendues. Seul y sont décrits les projets de l'OMS, approuvés en 1991, qui ont débuté environ 6 ans après ce que l'AIEA demande d'appeler un «accident» et non une catastrophe. Ce livre conforme à l'Accord, remplace l'ensemble des rapports présentés à un congrès qui avait été très mal perçu par les promoteurs du nucléaire commercial.

En effet, au Congrès de l'OMS, il avait été question des ressemblances et des différences entre les maladies consécutives à une irradiation externe massive, causée par une explosion, et les effets d'une contamination par des radionucléïdes inhalés ou consommés avec l'eau et les aliments. Les atomes ou particules radioactives retenus dans des organes irradient de manière chronique les cellules ou tissus voisins. Les pathologies liées aux faibles doses libérées pendant des jours, des années, voire toute une vie, diffèrent de celles que l'on observe chez les survivants des bombes atomiques, victimes essentiellement (mais pas exclusivement) d'une irradiation externe massive, de courte durée.

Ces exposés avaient conduit un «scientifique», manifestement pro-nucléaire, à demander que dans tout congrès ultérieur, tout travail évoquant les effets des faibles doses de radiations ionisantes soit automatiquement rayé du programme.

RÉACTIONS APRÈS LA CATASTROPHE, OU RESPECT DE L'ACCORD

Après l'explosion de la tranche IV de Tchernobyl, les autorités sanitaires et politiques ont eu une attitude conforme aux directives contenues dans les Accords OMS-AIEA: les omissions, les retards, mais aussi les contrevérités émises par les autorités ont contribué aux *incertitudes* concernant l'*ouragan* qui a suivi l'explosion. La désinformation continue jusqu'en 1997, conformément à «la politique à suivre en cas d'accident».

Ainsi le monde demeure à l'abri de la vérité qui pourrait nuire aux intérêt des promoteurs du nucléaire commercial. La migration du nuage radioactif dans les pays les plus touchés n'a été divulguée qu'après 1989, alors que ces données auraient dû entraîner des mesures de protection dans les heures et les jours qui ont suivi l'explosion du réacteur, en particulier pour les enfants, particulièrement sensibles aux rayonnements ionisants.

C'est à peine si onze ans plus tard, les populations d'Europe commencent à mesurer l'ampleur de la catastrophe, dont les retombées sur ce continent n'ont épargné que l'Islande, le Portugal et une partie du territoire espagnol. Ces retombées auront des effets néfastes sur la santé publique; cette pathologie va s'amplifier d'année en année. Ce sont probablement les malformations congénitales, les tumeurs malignes, les maladies auto-immunes, allergiques et métaboliques, de même que des troubles fonctionnels liés à l'accumulation de Cs_{137} dans les cellules (avec appariton de cardiomyopathies et de troubles au niveau du système nerveux central) qui augmenteront dans les territoires pouvant s'étendre jusqu'à des centaines de kilomètres du réacteur.

Lors de l'Assemblée Mondiale de la Santé en mai 1997, l'OMS a averti la presse mondiale que l'incidence des cancers allait doubler dans les décennies à venir. Cependant, les rapports ont lourdement insisté sur le fait que cette augmentation serait due au vieillissement des populations. Cette information a été largement diffusée par l'ATS et l'AFP. Hélas, depuis Tchernobyl, on tente de confondre, dans les statistiques, les cancers survenant chez des sujets de plus de 80 ans avec les cancers des enfants ou des jeunes adultes, tels qu'ils surviennent, avec une incidence croissante, dans les pays victimes des retombées de Tchernobyl.

Lors de l'Assemblée Mondiale de la Santé il a aussi été question de l'augmentation du diabète sucré, également attribué à la prolongation de l'espérance de vie, bien que l'OMS ait admis une certaine augmentation du diabète chez des sujets jeunes. A Gomel, le diabète insulino-dépendant gravissime des enfants a plus que doublé depuis la catastrophe (8, 9). L'atteinte du système immunitaire, profondément altéré dès les premières semaines après l'explosion du réacteur, en particulier chez les enfants, joue un rôle important dans beaucoup de ces maladies, en particulier dans les maladies des glandes endocriniennes, parmi lesquelles des troubles des glandes sexuelles, des maladies de la glande thyroïde et le diabète grave.

Les cartes des retombées radioactives sur l'Europe ont été publiées en avril 1996 par l'Union européenne (4). On retient essentiellement des cartes la contamination par le césium 137, alors que la contamination par l'iode 131 était beaucoup plus élevée en avril-mai 1986. L'iode absorbé en particulier avec les aliments contaminés se concentre dans la glande thyroïde, ce qui entraîne une irradiation intense des cellules. On aurait pu prévenir les maladies thyroïdiennes, y compris les cancers, en distribuant de l'iode stable dans tous les pays, comme l'a fait la Pologne.

Ce n'est pas en distribuant des comprimés d'iode dans les communautés vivant à quelques kilomètres des centrales que l'on protégera les populations soumises à un nuage comme celui de Tchernobyl. Outre ses propres habitants, la Suisse devrait protéger la population des pays voisins en cas d'explosion

d'un réacteur. Lors du Congrès de l'AIEA, il a également été dit que l'efficacité de l'iodure de potassium était optimale à condition de l'absorber avant l'arrivée du nuage radioactif. Ceci imposerait, de la part des autorités, une qualité et une transparence de l'information, en rupture radicale avec ce que l'on a connu en 1986, dans l'ensemble de l'Europe.

On ne parle guère des particules renfermant des atomes lourds comme le Plutonium, que les vents ont entraîné loin de la centrale, dans la capitale de l'Ukraine, jusque dans les chaînes montagneuses de Crimée ou vers la Moldavie. On évoque trop peu le strontium 90, qui pénètre comme le Cs 137 dans l'organisme par la chaîne alimentaire, l'eau, les légumes, les produits laitiers, les viandes etc. Il se concentre dans les os où il irradie pendant des décennies les cellules mères des globules sanguins, ainsi que celles du système immunitaire. La contamination par le Sr 90 continue à augmenter dans les populations des régions touchées, étant donné l'élimination très lente de cet élément par l'organisme humain. Dans des pays comme les Républiques de Biélorussie et d'Ukraine, l'alimentation quotidienne est toujours encore une source de contamination radioactive par le Cs 137 et le Sr 90.

CONGRÈS DE L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE (AIEA), VIENNE, 8-12 AVRIL 1996

Au cours du congrès de l'AIEA, nous avons retrouvé le même mépris et la même l'arrogance face aux populations et aux victimes, que celle qu'annonçait l'Accord de 1958. Lors de ces conférences et discussions consacrées au bilan, « Une décennie après Tchernobyl: mesures à prendre lors du prochain accident », les personnalités sélectionnées ont tenté d'éluder la majorité des problèmes de santé, liés à la présence persistante des radiations ionisantes dans l'environnement et dans l'organisme des habitants. Ainsi certains responsables de la santé prenaient avant tout la défense des promoteurs du nucléaire commercial.

Pour participer en tant que médecin à la conférence de l'AIEA qui devait présenter le bilan des conséquences de l'accident, il m'a fallu obtenir l'aval du ministère de l'énergie et de celui des affaires étrangères. La Société suisse pour l'énergie atomique a également eu connaissance de mon dossier. En revanche, le ministère responsable de la santé publique n'a pas été consulté ni informé. Cette procédure montre qu'à Vienne, les promoteurs de l'énergie atomique avaient la possibilité de contrôler et de dissimuler les problèmes de santé dus aux radiations.

Les rapports présentés semblaient vouloir limiter à trois les affections liée à l'exposition aux rayonnements ionisants pour les populations après Tchernobyl:

- Le premier syndrome est celui de l'irradiation aiguë . Les discussions ont longuement balancé entre 30 ou 31 décès parmi les ouvriers, pompiers, experts ou militaires décédés suite à leur intervention au début de la catastrophe. Pourtant dans les villes de Russie, les veuves des *liquidateurs,* victimes de l'accident, se regroupent, elles sont près de 1000 à Moscou. Au Kazakhstan, la liste des victimes de Tchernobyl ne cesse de s'allonger à côté de celle des soldats tombés au front soviétique. Pourtant l'AIEA voulait montrer que l'on avait eu à déplorer quelques décès, comme après tout *accident.*
- Après beaucoup d'années de résistance, les experts sélectionnés par l'AIEA ont été contraints d'admettre l'augmentation d'un cancer de la glande thyroïde, sans doute dû à l'iode 131 libéré à Tchernobyl, qui survenait de façon inattendue chez les enfants.
- L'OMS étudie enfin les troubles mentaux chez des enfants dont les mères ont été irradiées au cours de la grossesse. Cependant

on tente toujours encore de nier les atteintes neurologiques et mentales, dues à l'irradiation du cerveau après la naissance tels qu'on les observe chez les liquidateurs. Les effets des radionucléides absorbés, le Cs_{137} principalement, altèrent les fonctions cellulaires, en particulier celles du cœur et du cerveau.

Par mesure d'économie, afin de ne pas avoir à indemniser les victimes, toutes les autres maladies doivent être considérées comme n'ayant aucun lien avec les rayonnements ionisants. Les *erreurs administratives,* ayant conduit à l'évacuation des populations, ont été accusées d'être les causes principales des maladies. Pendant les premières années après l'explosion de Tchernobyl, l'ensemble des souffrances ou maladies nouvelles dont se plaignaient les victimes, ont été qualifiées de *radiophobie.* Cette terminologie recouvre des syndromes cliniques, que l'on cherche à faire classer comme troubles neurovégétatifs, psychogènes, secondaires à la peur des rayonnements. Cette peur aurait en particulier été suscitée, selon les orateurs au congrès de l'AIEA, par la mauvaise information fournie par les médias. C'est pourquoi, lors des prochains accidents, dont il a souvent été question, il faudrait pouvoir mieux contrôler les médias.

Cependant, comme la population ne respectait pas les mesures de protection élémentaire pour éviter une contamination radioactive supplémentaire et massive, on a été obligé de bannir la notion de *radiophobie* et on l'a remplacé par un terme plus universel, permettant d'éluder la majorité des problèmes de responsabilité de l'industrie atomique; dès lors, c'est le «stress environnemental» qui serait à l'origine de tous les maux. Comme en Europe occidentale le stress contribue aux symptômes de 80 % des adultes qui consultent un praticien, les promoteurs pouvaient espérer qu'un pourcentage au moins égal serait retrouvé chez les habitants des régions contaminées ou dans des populations déplacées. Ainsi les milliers de malades et de morts allaient être considérés comme des sujets *stressés* dont la maladie n'aurait aucun rapport avec l'augmentation des rayonnements ionisants. C'est ce que le Tribunal Permanent des Peuples qualifie de *revictimisation* des victimes (5).

Les promoteurs avaient ainsi inventé un stratagème pour disculper définitivement la centrale atomique. Pourtant, malgré la stricte sélection des personnes autorisées à intervenir à Vienne, les rapporteurs et les présidents de séances de l'AIEA, n'ont pas réussi à obtenir un consensus dans ce domaine, lors des discussions du Congrès.

L'AIEA FACE AUX PROBLÈMES MÉDICAUX DIX ANS APRÈS LA CATASTROPHE DE TCHERNOBYL

Les premières personnes qui sont intervenues sur le site de Tchernobyl ont été massivement irradiées. Elles ont souffert du syndrome d'irradiation aiguë et 31 seraient décédées peu après. Les victimes qui ont survécu quelques mois ou années, peuvent mourir de maladies infectieuses, sepsis et tuberculose (qui chez un adulte jeune évoquent une atteinte du système immunitaire). L'infarctus du myocarde qui a touché une proportion élevée de ces jeunes hommes, et enfin le diabète sucré ont été mentionnés comme causes de mort, mais aucune de ces maladies n'a été retenue par l'AIEA comme ayant un rapport avec l'irradiation subie.

Le «Background Paper 3» du Congrès de l'AIEA traite des effets à long terme (6) . Il apporte la conclusion suivante:

> «Dix ans après l'accident de Tchernobyl, mis à part l'augmentation spectaculaire des cancers de la thyroïde chez les enfants exposés aux radiations dans les régions les plus touchées, il n'y a aucun impact important dû à la radiation comme conséquence de l'accident

dans les trois pays les plus touchés. On n'observe aucune augmentation majeure de l'incidence de la mortalité pour tous les cancers qui pourraient être attribués à l'accident. En particulier, il n'y a pas d'augmentation majeure des leucémies – même parmi les liquidateurs – maladie qui est pourtant une des préoccupation majeure après une exposition aux radiations.»

Cancers et leucémies de Tchernobyl

Sans doute par mesure de prudence, la discussion qui a suivi le rapport sur les cancers devait être strictement limitée à la radiométrie. Le premier intervenant qui voulait aborder le problème des cancers a dû abandonner le micro. Ayant dit que la radiométrie m'intéressait, j'ai pu prendre la parole et citer les résultats sur l'incidence des cancers et leucémies en fonction de la durée d'exposition chez les liquidateurs. En effet, le professeur Okéanov qui était vice-président de cettte séance, avait présenté ces documents à Minsk, un mois auparavant. Il avait montré le tableau ci-dessous: en Biélorussie, chez plus de 30 000 liquidateurs qu'il suit médicalement, Okéanov constatait une augmentation statistiquement significative de cancers et de leucémies. Lorsque l'on compare les sujets ayant travaillé plus de trente jours dans cette région contaminée, par rapport à ceux y sont restés moins d'un mois, la différence est encore plus considérable. Ces résultats statistiquement hautement significatifs montrent l'importance d'une durée d'exposition prolongée à de faibles doses de rayonnements.

Le tableau d'A. E. Okéanov que j'avais remis au secrétariat du Congrès a été publié à la page 279, dans la réponse d'Okeanov (6) (voir ci-dessous).

Cette discussion a été partiellement modifiée dans le rapport publié en septembre 1996. Cependant loin de réfuter le tableau présenté à Minsk, Okéanov ajoute qu'à Gomel, soit à 150 km de Tchernobyl, l'augmentation des cancers concerne ceux du côlon, du rectum, du poumon, de la vessie, des reins ainsi que le cancer du sein chez la femme.

Okéanov conclut en notant que l'incidence des cancers est plus élevée que celle que l'on calcule en fonction de la dose reçue. Soit la dose a été mal évaluée, soit le facteur de risque retenu dans les calculs est faux, soit ces deux données sont fausses. Lazjouk fait la même analyse lorsqu'il décrit l'augmentation des malformations congénitales en Biélorussie, (voir référence 11). En effet, les calculs concernant les risques, se basent encore sur les données d'irradiations des victimes des bombardements atomiques. A Tchernobyl, l'irradiation est bien plus faible, mais une contamination interne persiste. Celle-ci est beaucoup plus dommageable qu'une irradiation plus intense, mais de très courte durée.

L'AIEA admet par ailleurs qu'un petit nombre de cancers pourrait survenir chez les personnes fortement irradiées, mais que ces cancers ne représenteront qu'un pourcentage minime par rapport à l'ensemble des cancers qu'on est en droit d'attendre «normalement». Or l'AIEA cherche à confondre dans cette

Nombre de cancers par 100 000 habitants ou liquidateurs plus ou moins longtemps exposés aux radiations

Cancers	Biélorussie dans son ensemble	Liquidateurs de Biélorussie (> 30 000)	Total exposés > de 30 jours	exposés < de 30 jours
Côlon	12	18,5	20,1	13,4
Vessie	13	31,1	32,1	27,1
Leucémies	10,4	23,3	25,8	16,4

analyse statistique des données non comparables: les cancers survenant chez l'enfant et l'adulte jeune et ceux qui affectent les personne très âgées. Un cancer à plus de 80 ans ne représente pas le même drame social, familial et économique que le cancer induit par Tchernobyl qui affecte des enfants ou des hommes et des femmes jeunes. L'âge moyen des 800 000 personnes qui ont été amenées à nettoyer le périmètre de la centrale ou à construire le sarcophage, les liquidateurs, était inférieur à 33 ans. Il y a une grande proportion d'enfants et d'adultes jeunes parmi les habitants des régions et villes voisines, fortement irradiées. Il est évident que les cancers induits par Tchernobyl se trouvent encore, pour la majorité d'entre eux, dans un stade de latence, en particulier les cancers solides. A Chéliabinsk, les leucémies n'ont atteint un maximun qu'au bout de 15 ans (ce qui est beaucoup plus tard que ce que l'on a observé après le bombardement atomique de deux villes au Japon).

Les maladies du système immunitaire

Lors du congrès de l'OMS à Genève en novembre 1995, le Dr Y. Korolenko, Ministre de la santé de l'Ukraine, indiquait que 30 millions d'Ukrainiens recevaient dans leurs maisons une eau contaminée, en particulier par du strontium 90, que plus d'un million de personnes vivaient dans des zones fortement contaminées par divers radionucléides, où l'on constatait une augmentation des malformations des nouveau-nés et une augmentation de 25 % des cas de diabète sucré. Tératologie et maladies endocriniennes étant des problèmes dominants pour le ministre de la santé, on doit se demander pourquoi l'AIEA escamote ces sujets.

Les cancers seront peut-être un jour la partie visible de l'iceberg. Il est temps d'étudier l'ensemble des maladies que la catastrophe de Tchernobyl fait apparaître et que les médecins des trois pays les plus touchés signalent depuis longtemps. Afin d'éviter les discussions peu productives avec les inventeurs du *stress de Tchernobyl,* j'ai consulté des pédiatres en Biélorussie. Ces médecins constatent de nouvelles et très graves maladies liées à l'atteinte du système immunitaire. Il s'agit de maladies allergiques, en particulier une forte augmentation de l'asthme bronchique; c'est aussi le *SIDA de Tchernobyl* avec des maladies infectieuses dont l'évolution est anormalement chronique, avec des complications qu'autrefois l'on ne rencontrait pas ou tout à fait exceptionnellement chez l'enfant. Enfin dans ce groupe de maladies, les plus graves sont les maladies auto-immunes: les cellules qui devraient protéger l'organisme contre des virus ou des bactéries se trompent de cible et détruisent les cellules ou tissus de l'hôte. L'une de ces maladies auto-immunes est le diabète sucré insulino-dépendant gravissime de l'enfant. C'est en particulier à cette pathologie que le ministre de la santé d'Ukraine faisait allusion dans son exposé à Genève (certainement pas au diabète des obèses dont l'incidence augmente dans les pays riches).

Certaines maladies auto-immunes ont déjà été décrites parmi les conséquences tardives de la bombe atomique chez les victimes qui ont survécu après le bombardement d'Hiroshima et de Nagasaki, comme la thyroïdite de Hashimoto. Tsyb et Poverennyi (7) constatent que l'insuffisance thyroïdienne, secondaire à une thyroïdite de Hashimoto, représente la maladie thyroïdienne la plus fréquente depuis l'accident de Tchernobyl dans les populations de régions contaminées de Russie. Un pourcentage très élevé d'enfants présentent dès 1987 des anticorps dirigés contre la fraction microsomale des cellules de la glande thyroïde. Dans la région de Kaluga, Drobyschewskaja qui représente le Ministère de la santé de Biélorussie, note également une augmentation importante des thyroïdites dans cette région contaminée. A Gomel, elle signale trois fois plus de cas que dans les régions moins contaminées, lors de l'exposé présenté au Congrès de l'OMS à Genève, mais non retenu dans la publication (3).

Le diabète sucré n'a pas augmenté qu'en Ukraine, à la suite de la catastrophe de Tchernobyl; son incidence a également augmenté en Biélorussie. D'après le Dr Tatiana Voïtevich (8), endocrinologue à Minsk, une nouvelle forme de diabète a fait son apparition dans ce pays ces dernières années: un diabète insulino-dépendant, instable, qui touche des enfants dès l'âge de 4 ans. Ces enfants entrent comateux à l'hôpital, ils sont difficiles à équilibrer avec l'insuline.

Cette maladie était rarissime avant l'accident de Tchernobyl. Vu la difficulté de suivre ces malades et leur familles avec des équipes spécialisées, vu le coût de l'insuline, des test de glycémie et glycosurie pour un pays appauvri et, étant donné l'instabilité de cette forme de diabète, on est en droit de craindre l'apparition d'insuffisance rénale, cardiaque, des accidents vasculaires graves, gangrènes et une atteinte rétiniennes conduisant à la cécité. Le Prof. Lengfelder (9) collabore avec l'hôpital de Gomel qui recrute ses patients dans cette région fortement contaminée, note que le nombre des cas de diabète insulino-dépendant de l'enfant âgé de 1 à 14 ans a plus que doublé entre 1985-1988, et 1993-1995. Cette augmentation représente bien plus de nouveaux cas de diabète grave chez l'enfant que de cancers de la thyroïde dans ce centre où l'incidence de ce cancer est particulièrement élevée. Ce diabète malin est apparu dans tout le pays. Le chef du service de pédiatrie de la faculté de médecine de Minsk, le professeur T. Voïtevich indique qu'il n'existe plus de région épargnée par les retombées de Tchernobyl, en Biélorussie (8). La contamination par voie alimentaire généralise la contamination des populations sur l'ensemble du territoire.

Eluder les problèmes

A la conférence de l'AIEA, le diabète insulino-dépendant n'a pas été retenu parmi les conséquences de l'augmentation des radiations ionisantes dans la population. La façon d'éluder ce problème par le président de séance, mérite d'être rapportée. J'avais demandé s'il n'y avait pas de lien entre diabète et exposition aux retombées radioactives. Le président de séance y a répondu à la place du conférencier, disant que tous les expert du monde dans ce domaine étaient rassemblés devant lui; et il ajoute sans s'interrompre que le fait qu'aucun d'entre eux ne lève la main pour répondre à ma question, constituait la preuve que des radiations ionisantes ne peuvent pas engendrer ce type de maladie. Pourtant, après Hiroshima, une augmentation des cas de diabète insulino-dépendant a été observée.

Le Prof. Viel (10 a) indique les méthodes qu'utilisent ceux qui veulent ne pas mettre en évidence l'existence d'une pathologie liée aux rayonnements ionisants. Il cite un type de déclaration qui rappelle celle que m'a valu ma question: «Les experts consultés ont été unanimes à considérer que [...] n'ont aucun effet sur la santé». Viel précise plus loin que certains experts savent «conduire des études épidémiologiques inadéquates et commettre des erreurs épistémologiques.» Ils obtiennent en conséquence des résultats statistiquement non significatifs; l'hypothèse n'étant pas prouvée, ils concluent qu'elle est fausse. Cela permet de faire croire que tout va pour le mieux dans le meilleur des mondes. Pour conclure, Viel cite Theodor Adorno, et cette citation semble convenir au congrès de l'AIEA à Vienne: «Le scepticisme envers ce qui n'est pas prouvé peut très facilement se transformer en interdiction de penser».

Les effets tératogènes et mutagènes

L'impact sur le génome avec augmentation des malformations congénitales chez les descendants, l'augmentation des cancers et leucémies, et la tératologie constituent une menace pour les populations et les ouvriers dans toute la filière de l'uranium, de la mine à la gestion des déchets, en passant par le fonctionnement *normal* des industries qui s'y rattachent. Les

mutations engendrées par ces produits et déchets gazeux, liquides et solides conduisant à une augmentation des enfants malformés dans la population, représentent des effets secondaires que l'on doit considérer comme étant inadmissibles pour une industrie. La prévention du *prochain accident majeur*, dont on n'a cessé de parler aux congrès organisés par l'Union Européenne et l'AIEA à Minsk et Vienne, doit rendre les citoyens plus déterminés que par le passé, à mettre un terme au nucléaire commercial.

L'atteinte du génome a été démontrée chez des animaux et chez des enfants nés jusqu'à des centaines de kilomètres de Tchernobyl. Les conséquences néfastes liées aux mutations récessives vont s'exprimer dans les générations qui viennent: ce sont les enfants des enfants de Tchernobyl qui présenteront les anomalies génétiques récessives provoquées par l'accident. Les mutations dominantes étant souvent non compatibles avec la survie de l'embryon, elles sont moins souvent apparentes à la naissance.

Une industrie qui produit des cancers, qui engendre des enfants malformés et qui met en péril les générations futures doit être interdite. Cette règle remonte à l'épidémie de malformations congénitales, suite à l'introduction du tranquillisant thalidomide (Contergan) sur les marchés européens. Depuis cette épidémie, l'industrie pharmaceutique du monde entier exclut les molécules aux propriétés mutagènes, tératogènes et cancérigènes. Rien ne justifie qu'une industrie qui produit de l'énergie électrique ne soit pas soumise aux mêmes contraintes.

Peu d'années après la commercialisation de la thalidomide dans quelques pays, il y a eu environ 5000 cas de malformations liées à la prise de ce médicament par des femmes enceintes. On reconnaissait les enfants de la thalidomide dans les rues, à leur absence ou grossières déformations des bras ou des jambes. Pourtant la firme n'a pas été condamnée pour ces anomalies, car les experts ont affirmé ne pas pouvoir faire la preuve de la responsabilité du médicament pris par la mère en cours de grossesse. En fait, on ne disposait d'aucun registre qui aurait permis de faire la preuve statistique. Pourtant, à l'instar des rayonnements ionisants, la thalidomide provoquait des malformations congénitales chez les singes, les oiseaux, les insectes etc. Ces tests permettent aujourd'hui de protéger la population contre les médicaments entraînantent ce genre d'anomalies.

A Vienne, le rapporteur des données sur la tératologie suite à Tchernobyl, a utilisé le même argument que les experts ou avocats de la firme qui produisait la thalidomide. C'est ainsi qu'il a affirmé que «la preuve qu'il n'y a pas de malformations suite à Tchernobyl, c'est l'absence de registre». Ce qui est grave, ce n'est pas seulement que l'absence de registre ne peut pas constituer une preuve d'innocuité, mais surtout le fait que la Biélorussie possède depuis 1982, soit quatre ans avant Tchernobyl, un registre national des malformations congénitales.

L'Institut des maladies héréditaires de Biélorussie, dirigé par le Prof. Guennady Lazjouk enregistre et contrôle les malformations détectées dans le pays chez l'enfant avant le 7e jours ou chez le fœtus en cas d'avortement spontané ou thérapeutique. L'anencéphalie, la spina bifida, le bec de lièvre, la polydactylie, l'amélie et phocomélie, l'atrésie œsophagienne et ano-rectale, la trisomie et les malformations multiples sont obligatoirement rapportées selon un même protocole, depuis 1982 (11).

L'incidence des malformations congénitales a augmenté proportionnellement au degré de contamination par le Cs_{137} dans la région où vivait la mère pendant la grossesse. Il n'y a pas de région épargnée dans ce pays, donc pas de région que l'on puisse utiliser comme région contrôle. Les région contaminée par moins de 1 Ci/km^2 ont connu une augmentation de 39 % des malformations congénitales; avec 1 à 15 Ci/km^2 l'augmentation est de 44 %. Enfin, si les mères séjournaient dans les régions avec plus de 15 Ci de Cs_{137} /km^2,

l'augmentation après Tchernobyl est de 79 %. Les augmentations sont statistiquement significatives pour les malformations entre la période de 1982-1987 et celle de 1988-1994 pour les anencéphalies ou altérations cérébrales graves, la spina bifida (anomalie de la moelle épinière), les anomalies des doigts, ainsi que des malformations multiples (11).

Pour réduire, ou au moins stabiliser le nombre des enfants handicapés, le gouvernement de Biélorussie exige de détecter les malformations congénitales avant la dixième semaine de la grossesse et, si nécessaire, de recommander (mais non d'imposer) à la mère un avortement thérapeutique. Le nombre des avortements thérapeutiques a considérablement augmenté depuis 1991, alors que la natalité aurait baissé de 34 % dans les régions les plus contaminées, contre 10 % dans les régions les moins touchées.

Au congrès de l'OMS de novembre 1995, le Dr Smolnikowa de Gomel, responsable de la santé de 46.000 enfants vivant dans un environnement contaminé par 40 Ci de Cs_{137} /km^2, signalait déjà une mortalité périnatale très élevée et un nombre inquiétant de malformations dans cette région. Pourtant la conférence de l'AIEA a nié toute augmentation des malformations congénitales; l'exposé général n'a pas été suivi de discussion sur ce thème pourtant essentiel. Les données du professeur Lazjouk ont été ignorées.

La mutagénicité a donné lieu à un autre savant déficit d'information lors de la conférence de l'AIEA. On notait en particulier l'absence des auteurs qui ont publié le même mois, dans *NATURE* du 25 avril 1996, des travaux consacrés à l'augmentation stupéfiante des mutations chez les mammifères, humains inclus, vivant dans les régions contaminées autour de Tchernobyl (12 à 14). Chez les enfants, ces mutations ont été décrites dans des familles vivant à 250 km de Tchernobyl. Dubrova et coll. considèrent que les doses faibles de radiation, présentes pendant une longue période, sont particulièrement dommageables pour le génome humain (12). Cela confirme les données du Professeur Bourlakova et coll. (15), qui n'a pas non plus été invitée au congrès de l'AIEA. Une des conséquences de l'accident de Tchernobyl est l'augmentation des mutations héréditaires survenant chez les rongeurs qui habitent les régions contaminées (14). La surprise a été de noter non pas essentiellement des altérations de la longueur des chaînes de l'ADN du fait de ruptures, mais un nombre jamais encore rencontré de substitutions, conduisant à des changements dans la séquence des acides aminés au niveau des protéines ou des enzymes.

Comme le souligne le Prof. Hillis de l'université d'Austin au Texas, ces travaux prouvent que les dommages causés par l'accident de Tchernobyl jusqu'à plusieurs centaines de km de l'accident, vont se multiplier dans les générations à venir (13). Ils vont durer très longtemps, indique cet auteur. Cela signifie pour de nombreuses générations.

Une altération du génome a également été étudiée dès 1989 chez les campagnols sauvages et les poissons par l'équipe du Prof. Goncharova, de l'Institut de Génétique et Cytologie de l'Académie des Sciences de Biélorussie (16 à 18). Les observations dans d'autres régions contaminées par les retombées de Tchernobyl, en Suède, confirment ces travaux. Goncharova et ses collaborateurs montrent aussi que la sensibilité aux radiations ionisantes augmente au cours des générations, en ce qui concerne les effets mutagènes. C'est l'inverse d'une adaptation aux radiations.

A. Sloukvine, ancien responsable de la Commission soviétique de la pêche, a suivi des piscicultures industrielles d'élevage de carpes, à 200 km de Tchernobyl, dans une zone contaminée par environ 1 Ci de Cs_{137} /km^2 et qu'il a comparé à une autre, située à 400 km, dans une zone peu contaminée (18). Depuis 1988, on note une énorme baisse de la fertilité, une mortalité de 70 % dans les œufs fécondés et des anomalies chez les jeunes poissons survivants. Ces anomalies comportent des déformations ou translation latérale de la bouche, l'absence d'opercule, l'absence de la nageoire dorsale ou le remplacement des

nageoires par des piquants, une absence d'écailles, un manque de pigment ou une pigmentation bleue, deux anus, des anomalies du squelette etc. Il faut aller à 400 km de la centrale accidentée pour que l'élevage des carpes soit possible comme autrefois.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les promoteurs du nucléaire, qui cachent et nient les données ayant trait à l'impact sur le génome humain et sur l'enfant à naître, craignent-ils que les autorités sanitaires ne réagissent comme le fit la Food and Drug Administration (FDA) aux USA, puis toutes les autorités sanitaires du monde, suite à l'épidémie de malformations congénitales (pourtant bien plus limitée que celle qui suit Tchernobyl) survenue après le lancement de la thalidomide (Contergan®) sur certains marchés, dans les années 1960 ?

Depuis 1965, les autorités sanitaires interdisent le développement et interdisent la commercialisation de tout produit à potentiel cancérigène, tératogène ou mutagène. Les services de santé de tous les pays devraient logiquement interdire la production d'uranium minerai, d'uranium combustible, puis de l'électricité produite par les centrales atomiques commerciales, étant donné que les radionucléides évacués sous forme de gaz dans l'air et les radionucléides solubles évacués dans l'eau des cours d'eau voisins ou dans la mer sont mutagènes, tératogènes et cancérigènes.

Chaque centrale atomique commerciale produit également des déchets solides qu'elle accumule et qu'il faudra gérer pendant des millénaires. Ces déchets émettent des rayonnements carcinogènes, mutagènes et tératogènes, dont vont hériter les enfants de nos enfants. Les gouvernements actuels choisissent en effet de confier aux générations qui viennent, le démantèlement des centrales atomiques. Ce sont les générations futures qui devront nous débarrasser des terrils et montagnes de déchets que nous produisons, d'où s'échapperont, pendant des millénaires, des radionucléides tératogènes, mutagènes et cancérigènes. Il faut lire à ce propos le livre *Childhood Cancer and Nuclear Installations,* édité par Valerie Beral et collaborateurs, 1993, publié par le BMJ Publishing Group.

Il faut mettre fin à ce gâchis, et pour cela, retirer à l'AIEA et à EURATOM leur mandat actuel, qui leur confie la promotion de l'énergie atomique. C'est dans ce sens que le Bureau International de la Paix a écrit aux délégués des pays membres du Traité de Non prolifération (TNP) et aux députés de l'Assemblée Parlementaire du Conseil de l'Europe (Annexe 2). L'activité de ces institutions doit être limitée à la surveillance du démantèlement des bombes et des installations atomiques militaires et commerciales, dans le respect des normes de protection de la santé et de l'environnement. C'est également à ces spécialistes que revient la tâche de gérer, dans des conditions de sécurité maximales et d'une manière réversible, la masse de déchets atomiques que l'humanité à réussi à accumuler en l'espace de deux générations, depuis l'avènement du nucléaire commercial.

L'association des Médecins suisses pour une responsabilité sociale (PSR), affiliée à l'association Internationale Physicians for the Prevention of Nuclear War (IPPNW), a également écrit le 2 mai 1997 à tous les ministres de la santé réunis à l'OMS à Genève lors de l'Assemblée mondiale de la santé, pour leur demander de révoquer l'Accord liant l'OMS à l'AIEA (Annexe 1).

RÉFÉRENCES

* Willy Boder écrit dans le *Nouveau Quotidien* de Lausanne du 26 avril 1997, que le Département Militaire Fédéral rêvait initialement de doter la Suisse de 400 ogives nucléaires, et que la bombe atomique suisse n'est morte qu'en 1988 (malgré la signature par notre pays du TNP). Les 5 tonnes et demie d'uranium «militaire» sont demeurées dans un dépôt à Wimmis jusqu'en 1981. Ce n'est qu'à ce moment là que cet explosif atomique aurait été soumis au contrôle international.

1. Organisation mondiale de la santé, *Documents fondamentaux,* quarantième édition, Genève, 1994, pp. 182.
2. OMS, «Questions de santé mentale que pose l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques», Série de *Rapports Techniques,* n°151, Genève, 1958, p. 59.
3. OMS, «Health Consequences of the Chernobyl Accident. Results of the IPHECA Pilot Projects and Related National Programmes», WHO/EHG 95, Genève, 1996, p. 519.
4. European Commission, «Atlas of Cesium Deposition on Europe after the Chernobyl Accident», Rep. EURO-16733, EC, Luxembourg, 1996.
6. Tribunal permanent des peuples, Commission médicale internationale de Tchernobyl, «Tchernobyl, conséquences sur l'environnement, la santé, et les droits de la personne», Vienne, 12-15 avril 1996, p. 240 (Ecodif, 107 av. Parmentier, 75.011 Paris)
7. Proceedings of an International Conference, Vienne, 8-12 avril 1996, «One Decade After Chernobyl, Summing up the Consequences of the accident», p. 555 (Sales and Promotion Unit, International Atomic Energy Agency, Wagramstr. 5, Vienne, Autriche).
7. TSYB, A.F, POVERENNYI, A. M., «Damage of the Thyroid in the Period of the Chernobyl Catastrophe: Possible Consequences», in *Consequences of the Chernobyl Catastrophe of Human Health,* E.B. Burlakova, éd., Center for Russian Environmental Policy, Moscou, 1996, pp. 180-189.
8. VASSILEVNA, T., VOITEVICH, T., MIRKULOVA, T., Communications personnelles, Clinique Universitaire de Pédiatrie, Minsk,1996.
9. LENGFELDER, E. et al., «Dix ans après la catastrophe de Tchernobyl, cancers de la thyroïde et autres incidences sur la santé dans les Etats de la CEI», communication personnelle, Institut de radiobiologie, Université de Munich, 1996.; Münchn. Medizinische Wschr, 1996, Vol. 15, pp. 259-264.
10. VIEL, J. F., a) «Conséquences des essais nucléaires sur la santé: quelles enquêtes épidémiologiques ?», *Médecine et guerre nucléaire,* janv.-mars 1996, vol. 11, p 41-44; b) *British Medical Journal,* January 1997, vol. 314, pp. 101-106; c) POBEL, D., VIEL, J. F., «Case-control Study of Leukaemia among Young People near La Hague Nuclear Reprocessing Plant: the Environmental Hypothesis Revisited», *Brit. med. J.,* 11.1. 97, pp. 101-106
11. LAZJUK, G. I., NIKOLAJEW, D. L., NOWIKOWA, U. W., «Dynamik der angeborenen und vererbten Pathologien in Folge der Katastrophe von Tchernobyl», Die wichtigsten Referate, Internat. Congress «The World after Tchernobyl», 25-29 mars 1996, Minsk, pp. 123-131; «Frequency Changes of Inherited Anomalies in the Republic of Belarus after the Chernobyl Accident», *Radiation Protection Dosimetry,* Vol. 62, Nuclear Technology Publishing, 1995, pp. 71-74.
DUBROVA, Y. E. et al., «Human Minisatellite Mutation Rate after the Chernobyl Accident», *Nature,* vol. 380, 25 avril 1996, pp. 683-686.
13. HILLIS D. M., «Life in the Hot Zone around Chernobyl», *Nature,* vol. 380, 25 avril 1996, pp. 665-666.
14. BAKER R. J. et al., «High Levels of Genetic Changes in Rodents of Chernobyl», *Nature,* vol. 380, 25 avril 1996, pp. 707-708.
15. BURLAKOVA, E. B., «Low Intensity Radiation: Radiological Aspects». *Radiation Protection Dosimetry,* Nuclear Technology Publishing, vol. 62, n° 1/2, 1995, pp. 13-18.
16. GONCHAROVA, R. I., RYABOKON, N. I., Proceedings Belarus-Japan Symposium, «Acute and Late Consequences of Nuclear Catastrophes: Hiroshima-Nagasaki and Chernobyl», Belarus Academy of Sciences, Minsk, oct. 3-5, 1994.
17. GONCHAROVA, R. I., RYABOKON, N. I., «Dynamics of Gamma-emitter Content Level in Many Generations of Wild Rodents in Contami-

nated Areas of Belarus», 2nd Intern. Conf., 25-26 Octobre 1994, «Radiobiological Consequences of Nuclear Accidents».

18. GONCHAROVA, R. I., SLUKVIN, A. M., «Study on Mutation and Modification variability in Young Fishes of Cyprinus Carpio from Regions Contaminated by the Chernobyl Radioactive Fallout», Russia-Norvegian Symposium on Nuclear Accidents, 27-28 Octobre 1994, Radioecology and Health. Abstract Part 1, Moscou, 1994.
19. BERAL, V., et al., «Childhood Cancer and Nuclear Installations», *British Medical J. Publishing Group,* 1993.

ANNEXE 1

Lettre adressée aux ministres de la santé réunis à l'OMS, Genève, lors de l'Assemblée mondiale de la santé, le 2 mai 1997, par PSR/IPPNW Suisse (Mühlebachstrasse 35, 8008 Zurich, fax 0041/1/260.6929, email bottomup@access.c).

Votre Excellence,

Nous avons l'honneur de vous remettre ci-joint le verdict du Tribunal permanent des peuples (TPP), ainsi que la transcription des minutes de sa session sur «Les conséquences de la catastrophe de Tchernobyl sur l'environnement, la santé et les droits des personnes», une semaine après la 11e commémoration de ce désastre la semaine dernière, le 26 avril.

La section suisse de notre organisation internationale de médecins a soutenu le Tribunal Permanent des Peuples. Nous sommes très inquiets de voir les compte-rendus biaisés publiés sur le suivi de la catastrophe de Tchernobyl et de voir que la promotion de l'industrie atomique commerciale se poursuit dans le monde entier.

Après avoir entendu une quarantaine de témoins et d'experts internationaux de premier plan, le TPP, comme vous le verrez, a conclu que toutes les étapes du cycle nucléaire sont associées à la production de substances dangereuses, carcinogènes, tératogènes et mutagènes. Les mêmes règles qui s'appliquent aux médicaments et aux substances chimiques devraient également s'appliquer à cette source d'énergie, qui devrait en conséquence être interdite.

C'est pourquoi le Tribunal Permanent des Peuples a demandé l'interdiction de l'énergie atomique pour les usages militaires et commerciaux, ainsi que le retrait par les Nations-Unies, du mandat donné à l'Agence Internationale pour l'Energie Atomique (AIEA) de promouvoir l'énergie atomique à des fins commerciales.

De même, notre organisation de médecins estime qu'il est urgent et impératif que l'Organisation mondiale de la santé dénonce l'Accord qu'elle a signé en 1959 avec l'AIEA, reprenne le contrôle du suivi des effets des radiations sur la santé, et édicte elle-même les règlements de protection contre les radiations, qui sont actuellement édictées par la Commission Internationale de Protection contre les Radiations (CIPR) et appliquées par l'AIEA. En annexe vous trouverez cet Accord (Res. AMS12-40 du 28 mai 1959) ainsi qu'un document très criticable datant de 1958, dont nous estimons qu'il contredit la Constitution de l'OMS.

La CIPR n'a jamais été contrôlée par des professionnels de la santé. Son avis ne devrait pas faire autorité en ce qui concerne la santé. Elle n'a jamais protesté contre les essais atomiques en atmosphère, ni réclamé la ventilation des mines d'uranium, ni protesté contre des excès comme par exemple l'usage de rayons X dans les magasins de chaussures.

Quant à l'AIEA, elle est juge et partie dans le suivi de Tchernobyl. Ceci explique que leur conférence «Dix ans après Tchernobyl» ait été totalement contrôlée et biaisée, comme l'a estimé le Tribunal permanent des peuples.

Nous espérons que ce document vous intéressera et vous sera utile, à vous-même, à votre délégation et à votre gouvernement. Nous nous adressons à vous, en tant que plus haut responsable de votre pays pour la santé

des populations, pour vous demander d'agir dans le sens indiqué par le TPP, par exemple en révoquant la résolution AMS12-40.

Restant à votre disposition pour toutes questions éventuelles, nous vous prions d'accepter, Votre Excellence, l'expression de notre considération très distinguée

Pour PSR/IPPNW Suisse:
Docteur Monika Brodmann,
Présidente,
Professeur Michel Fernex,
Conseiller International

P.S.: Nous souhaitons vivement qu'un pays ou un groupe de pays soumette à la prochaine Assemblée mondiale de la santé, en mai 1998, un projet de résolution abrogeant l'Accord entre OMS et AIEA. Notre association internationale de médecins va faire campagne sur ce thème pendant les douze mois qui nous restent.

ANNEXE 2

Lettre adressée aux ambassadeurs à la Conférence du TNP, ONU, New York

Genève, avril 1997

Madame, Monsieur le Représentant,
Nous avons l'honneur de vous remettre ci-joint le Verdict du Tribunal Permanent des Peuples (TPP), ainsi que la transcription des minutes de sa session sur « Les conséquences sur l'environnement, la santé et les droits des personnes de la catastrophe de Tchernobyl », dont nous allons commémorer le 11e anniversaire le 26 avril 1997, cette semaine encore.

Après avoir entendu une quarantaine de témoins et d'experts internationaux de premier plan, le TPP a conclu que l'énergie nucléaire est dangereuse (carcinogène, tératogène et mutagène), et que les mêmes règles qui s'appliquent aux médicaments et à toutes les substances chimiques doivent également s'appliquer à cette source d'énergie, avec comme conséquence son interdiction.

C'est pourquoi le Tribunal Permanent des Peuples demande l'interdiction de l'énergie atomique pour les usages militaires et commerciaux, ainsi que le retrait, par les Nations Unies, du mandat donné à l'Agence internationale pour l'énergie atomique (AIEA) de promouvoir l'énergie atomique à des fins commerciales.

Lors de la Conférence intergouvernementale (CIG) de l'Union européenne qui se tiendra en juin à Amsterdam, EURATOM doit de même recevoir le mandat de cesser la promotion du nucléaire commercial.

L'AIEA et EURATOM devraient, bien au contraire, diriger la décontamination des zones radioactives, le démantèlement des armes et centrales atomiques commerciales, ainsi que le stockage en surface des énormes quantités de déchets nucléaires à très longue durée de vie que nous avons malheureusement accumulé depuis 50 ans.

Nous espérons que ce document vous intéressera et vous sera utile, à vous-même, à votre délégation et à votre Gouvernement, et que vous pourrez, en tant que représentant élu des populations de l'Europe, agir dans le sens indiqué par le Tribunal Permanent des Peuples.

Restant à votre disposition pour toutes questions éventuelles, nous vous prions d'accepter, Votre Excellence, l'expression de notre considération très distinguée.

Bureau international de la paix

(Une lettre similaire a été envoyée aux délégués à l'Assemblée générale du Conseil de l'Europe à Strasbourg et a accompagné l'envoi du livre du Tribunal Permanent des Peuples à tous les députés nouvellement élus au Parlement français.)

The Role of UNSCEAR in Developing the Scientific Basis of Radiation Protection

Burton G. BENNETT

INTRODUCTION

The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) was established in 1955 to advise the General Assembly and thereby all countries of the world of the sources and effects of ionizing radiation. The initial work of the Committee involved primarily an assessment of exposures worldwide from the testing of nuclear weapons in the atmosphere as well as review of the biological effects of radiation. Over the years, the Committee has published a series of comprehensive reports that have evaluated all aspects of radiation exposures and their possible effects. The Committee has achieved a high reputation for the scientific quality of its reports. They form an important basis for national and international standards and recommendations, such as those of the International Commission on Radiological Protection (ICRP).

The scientific reports of UNSCEAR have been presented to the General Assembly in intervals of a few years. The first five reports were issued in the official records of the General Assembly in the years 1958, 1962, 1964, 1966 and 1969. Subsequent reports were also issued as United Nations sales publications, making them more widely available to scientists throughout the world. The comprehensive reports published in this way were issued in 1972, 1977, 1982, 1986 and 1988.

The latest assessments of UNSCEAR were published in the UNSCEAR 1993, 1994 and 1996 Reports [1, 2, 3]. A brief overview of the contents of these reports is presented below to illustrate the range of subjects considered by the Committee. Because of the extensive compilation of data, the methods given for radiation exposure evaluations and the discussion of the results of epidemiological studies and radiobiological research, UNSCEAR Reports serve as useful reference documents for radiation scientists throughout the world.

SOURCES AND EXPOSURES

The various sources of ionizing radiation, both natural and human-made, to which populations are exposed have been systematically evaluated by UNSCEAR. Exposures from natural radiation sources are important, because these form the largest component of all exposures for most persons. The background level from natural radiation sources forms the baseline upon which exposures from human-made sources are added. Human-made sources arise from releases of radionuclides to the environment from various practices and events and by the use of radiation in medicine and industry.

Natural radiation exposures

Ionizing radiation arises naturally from cosmic rays incident upon the earth and from terrestrial radionuclides present everywhere in the

environment, including the human body itself. The assessment in the UNSCEAR 1993 Report [1] of the annual effective dose from natural radiation in areas of normal background has not changed from the previous estimate of 2.4 mSv provided in the UNSCEAR 1988 Report [4]. One third of the total is due to external exposure to cosmic rays and terrestrial radionuclides and two thirds to internal exposure. The largest component of exposure, half of the total, is from radon and its decay products.

Human-made radiation exposures

Several human practices or events have resulted in releases of radionuclides to the environment. The assessments of these human-made radiation exposures have been updated in the UNSCEAR 1993 Report [1]. Atmospheric testing of nuclear weapons resulted in the largest release of radionuclides into the environment from human-made sources. The maximum annual dose occurred in 1963 and was of the order of 0.2 mSv on average for the world population. Somewhat higher values were estimated for the northern hemisphere, where most of the testing took place, and lower values applied in the southern hemisphere. Since no further atmospheric test has occurred since 1980, the annual doses are decreasing to very small fractions of the annual dose from the natural radiation background. The measurements of fallout from atmospheric nuclear testing contributed much knowledge on the behaviour of radionuclides in the environment and their transfer to human beings.

There has been an increasing trend in electrical energy generation by nuclear reactors since the practice began in 1956. At present, about 20 % of the world's electrical energy is generated by nuclear fission. During routine operation of nuclear installations, trace quantities of radionuclides are released: radon from uranium mill tailings, fission and activation radionuclides from reactors and fuel reprocessing plants. The doses can only be estimated from the reported releases and the estimated environmental transfers. Even for individuals living in the vicinity of the installations, the annual effective doses are very low, of the order of 0.01 mSv. More significant releases occur in the event of accident. Doses in the first year following the Chernobyl accident were estimated to range from 0.3 to 0.8 mSv in countries of eastern and central Europe. The evaluation of the global doses from the Chernobyl accident was presented in the UNSCEAR 1988 Report [4].

Medical radiation exposures

The use of x-rays and radiopharmaceuticals for medical diagnostic examinations and therapeutic treatments is quite common throughout the world. Most of the equipment and the procedures performed are in industrialized countries, in which 25 % of the world's population is located. The largest portion of the total medical radiation exposures arises from diagnostic x-ray examinations due to their relatively high frequency. At the highest level of health care, i.e. in industrialized countries, the annual effective dose averaged over the population from all diagnostic examinations is 1.1 mSv. The population weighted world average is 0.3 mSv [1]. Much, and optimally most, of the effective doses from medical uses of radiation is offset by direct benefits to the examined or treated patients.

Occupational radiation exposures

The average annual doses to workers have been declining over the past 20 years. At present the average dose to all workers exposed to human-made sources is about 1.1 mSv per year. The average annual effective doses were 3.5 mSv to monitored workers in nuclear fuel cycle installations, 0.9 mSv to workers involved

with industrial uses of radiation, 0.7 mSv to workers involved in military and defence activities and 0.5 mSv to medical staff. The doses to workers exposed to natural sources of radiation have been less thoroughly studied. The approximate average annual effective dose to these workers was 1.7 mSv, somewhat higher than the average dose to workers exposed to human-made sources. The average annual doses were 0.9 mSv to coal miners, 6 mSv to other mineral miners and 3 mSv to air crew. This analysis indicates that further attention should be directed to evaluation of occupational exposures arising from natural sources.

BIOLOGICAL EFFECTS

Various aspects of the biological effects of ionizing radiation are reviewed in each UNSCEAR Report. The topics considered in annexes in the UNSCEAR 1993, 1994 and 1996 Reports [1, 2, 3] are reviewed below. The first two topics involve deterministic effects, which arise when high doses of radiation cause sufficient damage to impair proper functioning of tissue systems in the body. The other topics involve the somatic effects of radiation, which arise from the random changes to DNA in cells that may eventually lead to cancer or hereditary effects.

Effects on the developing human brain

The developing human brain is especially sensitive to ionizing radiation. This sensitivity reflects the structural complexity of the brain, its long developmental (and hence sensitive) period, the vulnerability of the undifferentiated neural cells; the need for cell migration to functional positions and the inability of the brain to replace most lost neurons.

The main effects of radiation and the sensitive periods have been derived from survivors of the atomic bombings in Japan exposed in utero. Thirty cases of severe mental retardation have been observed in 1,541 survivors. Most cases occurred in those exposed during the period 8-15 weeks following conception. A secondary period of reduced sensitivity occurred 16-25 weeks following conception. The results indicate that damage caused by exposure to 1 Gy within the most vulnerable period (8-15 weeks following conception) increases the frequency of mental retardation to about 40 % (background frequency: 0.8 %) and lowers IQ by 25-30 points. There are no clear indications of thresholds for effects in those exposed in the most critical period. For the period 16-25 weeks, no cases of severe mental retardation were observed at exposure of less than 0.5 Gy. It is reasonable to assume the risks would be smaller for chronic exposures, but the data are too limited to provide quantitative estimates.

Late deterministic effects in children

The actively growing tissues of children are often more sensitive and the effects of radiation exposures more severe than in adults. Examples of deterministic damage following relatively high radiation exposure in childhood include effects on growth and development, hormonal deficiencies, organ dysfunctions and effects on intellectual and cognitive functions. Knowledge of deterministic effects of radiation in children stems mainly from the study of late clinical effects in children given radiotherapy treatments. As survival rates increase, some of the effects are becoming more apparent. The study groups are small, however, and the follow-up times are limited. The treatment modalities have usually included surgery and chemotherapy in addition to radiotherapy; it is thus not always possible to single out the effects of radiation alone. The effects in tissues include those in the brain, endocrine system, gonads, skeleton, eye, cardiovascular system, lung, breast, liver and gastrointestinal tract, kidney and bone marrow. One objective was to

determine the critical dose levels for the appearance of clinical deterministic effects. In general, younger children are more sensitive than older children. Owing to the paucity of data, however, it is not possible to quantify the effects by age in most situations.

Mechanisms of radiation oncogenesis

The basic processes of induction, promotion and progression are recognized in oncogenesis, but it is not always possible to clearly differentiate these stages. Point mutations, chromosomal translocations and deletions, some of which are common and others specific to different neoplasms, may play roles in initiation and progression. Loss of function of tumour suppressor genes is considered a major initiating factor in oncogenesis. Evidence of these genes being targets of radiation action comes from studies of germ-line mutations that predispose to cancer. Some of these genes appear to play a central role in control of the cell cycle.

In recent years there have been significant advances in the molecular analysis of repair processes and the mechanisms of induction of genetic changes. Additionally, new methods have been developed to simplify the identification of the genes involved. As understanding of the detail of damage-repair processes develops, it has been found that these processes have considerable overlap with other cellular control functions, such as those regulating the cell cycle and immune defences. The Committee intends to continue to review such developments in molecular radiobiology to improve understanding of how radiation effects are manifested in cells and organisms.

Hereditary effects of radiation

It has not been possible to directly confirm radiation-induced mutations in human populations, so genetic risk estimates have had to rely on general knowledge of human genetics and extrapolation of results from animal experiments. The understanding of human genetics at the molecular level is increasing rapidly. More precise analysis of the type of genetic damage caused by various agents, including radiation, is possible with new laboratory techniques. More recognition is also being obtained of nontraditional types of inheritance, such as mosaicism, genomic imprinting, uniparental disomy, gene amplification and cytoplasmic inheritance. The complexities involved may seem to make genetic risk estimation even more difficult and uncertain.

The Committee has estimated the risks of hereditary effects from radiation exposure by both the direct and indirect (doubling dose) methods of analysing animal data. Some possible effects, such as altering the genetic component of multifactorial diseases or in causing non-traditional forms of inheritance, are not well understood and may require different methods of estimation. The study of children of the atomic bomb survivors may be useful in setting outside limits on genetic risk estimates. These data indicate that hereditary effects from moderate acute exposure of a large human population are minimal. Further results are needed of both human and animal data analysed at the molecular level.

Dose and dose-rate effects

It is generally recognized that the effectiveness of radiation exposures becomes less than proportionally projected at low doses and low dose rates. This is reflected in a quadratic term usually needed in describing the radiation dose-response relationship. The factor of reduction may vary with the specific neoplasm and the physical and biological conditions of the exposure.

The epidemiological data from the survivors of the atomic bombings in Japan indicate that a reduction factor of about 2 would be appropriate for leukaemia but not much in excess of 1 for solid tumours. The results of

studies of radiation workers are consistent with low values of the reduction factor. Information on thyroid cancer induction by acute external irradiation compared with low dose-rate exposure from intakes of ^{131}I are consistent with a reduction factor of about 3, although there are questions about the heterogeneity of the dose and uncertainties in the dose estimates and the effect that age makes to the overall reduction in risk. For female breast cancer, the information is conflicting, and a range of reduction factors from 1 to 3 can be derived.

For application of reduction factors the Committee considered that dose rates less than 0.1 mGy/min (averaged over about an hour) or acute doses less than 200 mGy may be regarded as low. The Committee concluded that reduction factors for low-LET (low-energy transfer)exposures, that is to say exposures to low density ionizing radiation such as from x and gamma rays, should be considered to be similar to those derived from the atomic bomb survivor data. Insufficient data are available to make recommendations for specific tissues. For high-LET radiation, there is little evidence of a consistent dose-rate or dose-fractionation effect at low to intermediate doses. For hereditary disease, the adoption of a reduction factor of 3 is supported by experimental data in male mice.

Adaptive responses

In the UNSCEAR 1994 Report [2] the Committee considered the more recent research findings on adaptive responses to radiation in cells and organisms. The main impetus for these studies has been the observation that human lymphocytes exposed to a conditioning dose of some 10 mGy while maintained with growth stimulants in culture media suffer about 50 % fewer chromosome aberrations when subsequently irradiated with x-rays to a dose of 1.5 Gy than when exposed without the conditioning dose. It seems likely that the effect is linked to an increased capacity for DNA repair.

The adaptive response has been observed, as well, with proliferating bone marrow cells, spermatocytes and fibroblasts, but not with pre-implantation embryo cells. Lymphocytes from different donors show variable response. Thus, the adaptive response is by no means a generally occurring phenomenon; it requires rather carefully controlled experimental conditions to elicit the behaviour. In some cases, in vivo exposure of an experimental animal (mouse or rabbit) has been able to provide the conditioning features which result in an adaptive response during subsequent in vitro exposure of lymphocytes.

The evidence becoming available indicates that following radiation damage to cells a number of changes occur. Among these changes are the activation of genes that code for the synthesis of enzymes involved in the control of the cell cycle, proliferation of cells and repair of damage. Some of the enzymes seem to be similar to those induced by damage caused by other toxic agents. The adaptive response may therefore be part of a common mechanism involving cellular response to damage.

In addition to gene activation, enzyme production and at higher doses cell-cycle delay, other cellular mechanisms involved may be detoxification of reactive and activation of membrane-bound receptors stimulating cell proliferation. The immune response of the organism may operate at least transiently following radiation exposures in accelerating programmed cell death of damaged cells. All of these processes are subjects of continuing investigation.

It is generally more difficult to demonstrate adaptive responses in the whole organism. Some earlier experiments reported seemingly stimulatory effects following low-level exposures. More recent experiments with rodents and beagle dogs exposed at various ages to low dose rates of low-LET radiation have been unable to demonstrate statistically

significant differences in life-span of irradiated and control groups after accumulated doses of up to about one gray nor has reduced tumour induction been an outcome of low-dose exposures in these experiments. An important point to note is that along with adaptive response in cells, selective damage leading to malignant cellular transformations may also occur in parallel. This may explain the observed responses in these animal experiments.

The Committee thus judges that adaptive responses manifested by improved repair of cellular damage that take place under specific conditions in experimental cellular studies probably do not completely eliminate residual damage in cells that may ultimately result in malignant transformation. It will be important to continue these studies in order to understand more fully the molecular processes that occur following radiation exposure of cells and how these changes might be manifested in overall response of the organism. The Committee states that "at this stage it would be premature to draw conclusions for radiological protection purposes" [2].

Epidemiological studies

Epidemiological studies of cancer risks associated with both external and internal exposure to ionizing radiation were the subject of an extensive review in the UNSCEAR 1994 Report [2]. Covered were studies of cancer mortality and incidence up to 1987 among the survivors of the atomic bombings of Hiroshima and Nagasaki, patients exposed to radiation for diagnostic or therapeutic purposes, radiation workers and individuals exposed to environmental radiation. Estimates of risks observed in the major epidemiological studies of external low-LET exposures were presented in a common format. Data from the Life Span Study of survivors of the atomic bombings, in particular, were used to estimate the lifetime risk of total cancer mortality following external exposure to low-LET radiation. Lifetime risks for specific cancer sites were also estimated, based on a Japanese population.

In addition to the Life Span Study, medically irradiated patients, occupationally exposed workers, individuals exposed to radionuclides released to the environment on various occasions and those exposed to elevated levels of natural background radiation were considered.

The Life Span Study of survivors of the atomic bombings continues to be a primary source of epidemiological data on radiation effects. The large cohort includes individuals of both sexes and all ages with good dosimetric data covering a wide range of doses. Cancer incidence data for 1958-1987 were available, and the cancer mortality data were extended for another two years for the period 1950-1987 for use in analysis of risk estimates in the UNSCEAR 1994 Report [2].

The Life Span Study incidence and mortality data are broadly similar, with both sets of data demonstrating statistically significant effects for all solid tumours as a group, as well as for cancers of the stomach, colon, liver, lung, breast, ovary and bladder. The incidence data also provide evidence of excess radiation risks for thyroid cancer and non-melanoma skin cancers. Statistically significant risks were not seen in either the incidence or the mortality data for cancers of the rectum, gall-bladder, pancreas, larynx, uterine cervix, uterine corpus, prostate, and kidney or renal pelvis. An association with radiation exposure is noted for several types of leukaemia but not for lymphoma or multiple myeloma. Earlier data had indicated a possible association between radiation and multiple myeloma, but the new, extended analyses no longer indicate a statistically significant relationship.

Of the some 86 300 individuals in the Life Span Study cohort there were 6900 deaths from solid tumours during 1950-1987. From comparisons with the control group, approximately 300 of these cancer deaths can be attributed to radiation exposure. The data for leukaemia incidence in this same period indi-

cate that 75 cases can be attributed to radiation exposure.

The numbers of solid tumours associated with radiation exposure are not sufficient to permit detailed analysis of the dose response for specific sites or types of cancer. For all solid tumours together the slope of the dose-response curve is linear up to about 2 Sv. The dose-response curve for leukaemia is non-linear and is best described by a linear-quadratic function. Statistically significant risks for solid tumours in the Life Span Study are presently seen only above 0.2 Sv. The relative risks in the lower dose categories (0.01-0.05, 0.06-0.09, 0.10-0.19 Sv) all have positive nominal risk estimates, but they are not statistically different from unity. The slope of the dose response for doses lower than 0.5 Sv, while lower than the slope for all doses up to 4 Sv, does not differ significantly from it. An inherent limitation of epidemiological studies is that they cannot quantify results at doses less than 0.2 Sv because of the low statistical power of the available results.

The estimates of lifetime risk following exposure of 1 Sv, computed using sex- and age-at-exposure-specific relative risks estimated from the Life Span Study mortality data for 1950-1987 and using the demographic structure for Japan and the Japanese background cancer mortality rates for 1985, are 1.1 % for leukaemia and 10.9 % for solid tumours.

The estimates of risk are presented without adjustment for decreased effectiveness of radiation at low doses and low dose rates. The application of a small (< 3) dose and dose rate effectiveness factor was recommended in the UNSCEAR 1993 Report [1]. If a factor of 2 is applied (as was used by ICRP in their 1990 recommendations [5]), the risk estimate derived from the UNSCEAR 1988 Report [4] would be 5 % per Sv and from the 1994 Report [2] 6 % per Sv for a constant relative risk projection. The alternative projection methods would yield values from 4 %-6 % in the Japanese population (the applicability to other populations involves some additional uncertainty). Consequently, the use of a nominal value of 5 % per Sv for mortality due to leukaemia and solid tumours from irradiation at low doses for a population of all ages (4 % per Sv for an adult working population), as recommended by ICRP [5], still seems valid to the Committee based on these latest analyses.

Environmental effects

One further scientific annex on radiation effects was published in the UNSCEAR 1996 Report [3]. This considers the effects of radiation on plants and animals in the environment. All living organisms have developed and survive in environments subject to a natural radiation background. Human-made sources have contributed to exposures, but significantly so only near points of release or in areas affected by accidents.

There is a wide range of sensitivities of plants and animals to ionizing radiation. In general, mammals are the most sensitive of the animal species, followed by birds, fish, reptiles and insects. The range of sensitivities of plants overlaps that of animals. Reproductive capacity, which is particularly important for the maintenance of the population, appears to be the most radiosensitive population attribute. For natural plant and animal communities, there is little evidence that dose rates of 0.1 mGy/h (i.e. about 1000 times greater than the natural background) to a small proportion of the individuals (and therefore, lower average dose rate to the remaining organisms) would have any detrimental effects at the population level.

CURRENT ACTIVITIES OF UNSCEAR

The present work programme of UNSCEAR involves further review of the sources and effects of ionizing radiation. The topics include: exposures from natural radiation

sources, exposures from human-made sources of radiation, medical radiation exposures, occupational radiation exposures, dose assessment methodologies, epidemiological evaluation of radiation-induced cancer, DNA repair and mutagenesis, hereditary effects of radiation, combined effects of radiation and other agents, models, mechanisms and uncertainties at low doses and local exposures and effects of the Chernobyl accident. It is anticipated that these assessments will be completed and published in the year 2000. The data and evaluations will add to the knowledge of radiation sources and effects and form a scientific basis for radiation protection guidelines and practices.

REFERENCES

1. UNITED NATIONS *Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*, 1993 Report to the General Assembly, with scientific annexes. United Nations sales publication E.94.IX.2. United Nations, New York (1993) 922 pp.
2. UNITED NATIONS *Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*, 1994 Report to the General Assembly, with scientific annexes. United Nations sales publication E.94.IX.11. United Nations, New York (1994) 272 pp.
3. UNITED NATIONS *Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*, 1996 Report to the General Assembly, with scientific annexes. United Nations sales publication E.96.IX.3. United Nations, New York (1996) 86 pp.
4. UNITED NATIONS *Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*, 1988 Report to the General Assembly, with scientific annexes. United Nations sales publication E.88.IX.7. United Nations, New York, (1988) 646 pp.
5. International Commission on Radiological Protection. *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 60. Annals of the ICRP 21(1-3). Pergamon Press, Oxford, 1991.

Radioactivité et droit du travail

Anne MILLET-DEVALLE

La spécificité du risque nucléaire, son antériorité par rapport à un certain nombre d'autres risques industriels, a façonné un droit tout à fait particulier pour organiser le travail des personnes intervenant en milieu hostile.

Même si c'est l'industrie minière qui a ouvert l'histoire du droit social, le nucléaire a ensuite joué un rôle moteur dans le développement d'un droit du travail adapté aux nouveaux risques industriels.

Le caractère *exploratoire et exemplaire* du droit nucléaire en matière de travail apparaît ainsi dans de nombreux domaines.

Il convient par exemple de rappeler que la réglementation de radioprotection est la première réglementation sociale élaborée au niveau européen[1], ou que la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants a servi de modèle pour d'autres industries, notamment chimiques[2].

On peut aussi relever que le traitement des incertitudes scientifiques dans le cadre de l'estimation du risque sanitaire emprunte beaucoup à l'expérience de l'industrie nucléaire[3]. On a vu se généraliser le concept de niveaux-limites d'exposition, et surtout de réduction des expositions aux risques «aussi bas que raisonnablement possible».

La notion de zone – zone contrôlée, surveillée, ou interdite – et de contrôle de zone – qui permet la surveillance des travailleurs et leur décontamination – a été inaugurée dans le cadre des centrales nucléaires et étendue à d'autres travaux en milieu hostile[4]. De même, la notion de sécurité intégrée, qui prend en compte la protection des travailleurs dès le stade de la conception d'une installation ou d'un appareil, aujourd'hui généralisée en matière de prévention des accidents du travail, a une origine nucléaire[5].

Mais ce qui aujourd'hui paraît le mieux caractériser le droit nucléaire applicable aux salariés n'est pas cet aspect novateur ou exploratoire.

Le droit du travail relatif au risque nucléaire est surtout un droit *dérogatoire,* car il n'a pas exactement la même finalité que les réglementations nationales du travail. La finalité étant différente, les règles le sont aussi.

La doctrine s'accorde en effet à considérer que l'objet du droit du travail est la protection du travailleur. Cet objectif est bien entendu poursuivi en matière nucléaire, les travailleurs étant protégés contre les dangers des rayonnements ionisants par de multiples textes tant internationaux que nationaux.

Mais ce qui fait l'originalité, et le caractère paradoxal du droit du travail dans ce domaine, c'est qu'il reflète aussi ce que K. Boustany[6] appelle «l'arbitrage classique en droit nucléaire entre l'impulsion techno-industrielle et l'impératif social».

Cet arbitrage existe certes dans le domaine de la radioprotection, où le principe d'optimisation – clef de voûte du système – doit être compris comme la recherche d'un arbitrage entre les coûts de protection et les niveaux d'exposition résiduels. Toutefois, en matière de droit du travail, il revêt une signification bien spécifique. Il est en effet impossible de ne pas relever l'existence de dispositions dont la finalité ne saurait se confondre avec la protection des travailleurs: le droit du travail comporte également des dispositions

protectrices de l'industrie nucléaire, qui impliquent au contraire l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants.

I. LE DROIT DE LA PROTECTION DES TRAVAILLEURS

Le constat essentiel en matière de radioprotection est la diminution constante des doses d'exposition aux rayonnements ionisants dans l'industrie nucléaire[7]. Au cours de la décennie 1980-1990, EDF était le leader mondial en matière de réduction de l'exposition aux rayonnements des travailleurs[8]. La tendance s'est ensuite inversée, les exploitants nucléaires du monde entier multipliant leurs efforts pour réduire leur dosimétrie. Depuis le début des années 1990, on assiste à la mise en place généralisée de programmes d'action et de réglementations fondés sur le principe de précaution, et sur celui d'optimisation des expositions collectives ou individuelles. Ils s'accompagnent d'une amélioration de la surveillance des doses de radiations reçues par les travailleurs.

1. L'optimisation de la protection du personnel de l'exploitant nucléaire

L'optimisation de la protection est le résultat, à la fois de la modification des techniques de management des exploitants nucléaires, et de l'évolution des normes de radioprotection.

Le principe de prévention, fondé sur la notion de seuil, a cédé la place au système de gestion du risque radiologique fondé sur le principe de précaution, qui a permis une amélioration notable de la protection des travailleurs.

Le principe d'optimisation est l'illustration du principe de précaution, issu du droit international de l'environnement. Le principe d'optimisation de la protection radiologique a été formulé dès 1973 par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Connu sous le nom d'ALARA (As low as reasonably achievable), il consiste à réduire le risque radiologique « aussi bas que raisonnablement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociaux »[9].

Dès sa publication n°26 en 1977[10], la CIPR a approfondi dans ce sens sa doctrine concernant la protection de l'homme contre les rayonnements ionisants, qui implique la justification des interventions, la limitation des expositions individuelles, et l'optimisation de la radioprotection.

Dans sa publication n°60 de 1990[11], la CIPR a encore clarifié le modèle d'acceptabilité du risque radiologique. La notion de limite, qui se fonde désormais sur le concept de tolérabilité du risque, est définie comme la frontière entre ce qui est « inacceptable » et ce qui est « tolérable ». Il est possible de considérer que le risque résiduel tolérable devient acceptable dès lors que la protection est optimisée. De ce fait, une obligation de comportement, et non de résultat, pèse sur l'exploitant.

Les nouveaux concepts de la CIPR ont incité l'Agence internationale de l'énergie atomique à réviser son « manuel relatif à la surveillance du personnel à l'intérieur d'établissements où des sources de rayonnements sont utilisées », en coopération avec l'Organisation mondiale de la santé[12]. Le manuel révisé sur « les principes fondamentaux du contrôle radiologique du personnel » sert de guide aux personnes et autorités responsables de la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants et s'adresse également aux personnes concernées par l'organisation et la gestion des programmes de contrôle radiologique du personnel.

Adaptant également la publication de la CIPR, le Conseil de l'Union européenne a adopté le 13 mai 1996 une directive Euratom fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants. La nouvelle directive[13] abaisse les limites de doses destinées à maintenir les conséquences aléatoires de l'exposition aux rayonnements (cancers, effets

génétiques) à un niveau plus faible que celui accepté précédemment (passage de 50 msv par an à 100 msv sur 5 ans avec une possibilité de cumuler 50 msv en un an)[14].

Les droits nationaux n'ont depuis cessé de reproduire ces nouveaux principes. Les textes réglementaires français en matière de protection des travailleurs (en particulier le décret du 23 avril 75 modifié en 1988) prennent par exemple en compte les principes fondamentaux émis par la CIPR, tels qu'ils sont précisés par des directives européennes; en Italie, le décret législatif n° 230/95 transpose les directives communautaires en introduisant, notamment, le concept d'optimisation. En Suisse, l'ordonnance sur la radioprotection du 22 juin 1994 définit le principe d'optimisation (article 6). La loi russe sur la sûreté radiologique de la population, promulguée le 9 janvier 1996 présente elle aussi les principes de fixation des normes, de justification et d'optimisation[15].

L'observation du respect des limites de doses repose sur une politique de surveillance des travailleurs et une évolution des systèmes de dosimétrie, que les nouveaux textes adoptés par les Etats commencent à améliorer[16].

2. L'amélioration de la surveillance dosimétrique

La dosimétrie individuelle des travailleurs est en règle générale de la responsabilité des exploitants. Les changements dans les textes concernent autant la dosimétrie réglementaire – qui a une périodicité d'un mois – que la dosimétrie opérationnelle ou électronique – rapide, pour une connaissance en temps réel des doses reçues par les travailleurs.

En Suisse par exemple, la loi sur la radioprotection du 22 mars 1991 consacre un chapitre à la dosimétrie, distinguant la détermination mensuelle de la dose d'irradiation externe, de la surveillance de la contamination interne, dont la périodicité dépend des conditions de travail et des types de radionucléides utilisés. Le titulaire de l'autorisation d'exploitation de l'installation nucléaire doit charger un service de dosimétrie individuelle agréé de mesurer ces doses, et ce service est tenu à une obligation de garder le secret et de protéger les données[17].

La RFA a également décidé, par le décret du 3 avril 1990, la création d'un registre de radioprotection, regroupant les informations sur les doses de rayonnements reçues par les personnes professionnellement exposées[18].

L'Italie a institué un livret radiologique pour chaque travailleur du nucléaire par le décret législatif n° 230/95; au Luxembourg, le réglement du 17 août 1994 porte notamment sur le contrôle des dosimètres individuels[19].

En France, l'organisme de contrôle est l'Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants, dépendant du Ministère de la Santé. Toutefois, EDF, avec l'accord de cet organisme, est autorisé par le ministère du travail à assurer cette surveillance pour son propre personnel. La dosimétrie opérationnelle s'est développée depuis les années quatre-vingt, et est gérée par un système informatique, Dosinat, autorisé par la Commission Nationale Informatique et Libertés, dans le but de vérifier le respect de la confidentialité.

La question du secret médical en matière de résultats dosimétriques individuels n'est pas réglée par les textes internationaux ou communautaires, ce qui explique la diversité des droits nationaux en la matière.

Les exemples américains et français illustrent parfaitement les débats qui sous-tendent les choix réglementaires, où s'affrontent les partisans du secret médical et ceux de l'efficacité du suivi dosimétrique.

Aux Etats-Unis, où l'exploitant est le responsable légal de la surveillance et du suivi des travailleurs, les doses ne sont pas considérées comme secret médical. Les oppositions des travailleurs à cette transparence ont été levées lorsqu'il a été montré que le système «non confidentiel» contribuait à une meilleure protection.

En France, les arrêtés concernant la dosimétrie réglementaire, régie par un décret de 1975, définissant les conditions dans lesquelles les données peuvent être communiquées aux personnes ne sont jamais parus. A l'heure actuelle, seuls les médecins du travail ont théoriquement accès à ces fichiers, en vue d'informer les employeurs[20]. En Suède, la notion de secret est beaucoup plus relative: un registre dosimétrique centralisé, propriété des exploitants, fonctionne selon les règles commerciales; les exploitants payent pour l'utiliser mais le secret médical implique un accès restreint à ces données; la situation est comparable en Finlande[21].

La surveillance dosimétrique implique dans tous les cas une centralisation des résultats, transmis par les exploitants à un fichier national, selon une périodicité raisonnable. Aux Etats-Unis par exemple, l'extrême décentralisation du suivi, qui s'accompagne d'une transmission seulement annuelle des résultats à l'autorité centrale, a été critiquée par les principaux exploitants comme ne répondant pas aux besoins du suivi dosimétrique.

Les migrations de personnel nécessiteraient également la mise en place d'un système international uniforme, alors qu'aujourd'hui ces réseaux sont multiples mais non coordonnés et d'une mise à jour trop lente: réseau WANO (world association of nuclear operators), réseau ISOE (base de donnée gérée par l'AEN pour les Etats de l'OCDE), base de donnée européenne gérée par la division radioprotection de la Commission des Communautés européennes (DG XI)[22]. Dans l'attente d'un tel réseau, une des solutions envisagées pour pallier la connaissance incomplète de l'historique dosimétrique d'un travailleur sur l'année en cours pourrait être l'instauration de limites de doses au prorata de la durée des contrats de travail.

Ce système, déjà adopté par les Etats-Unis, ne fait pourtant pas encore l'objet d'une réflexion internationale, car il concerne essentiellement les travailleurs extérieurs intervenant en zone contrôlée, dont la surveillance dosimétrique est extrêmement problématique, tant sur le plan pratique que réglementaire.

L'organisation du travail temporaire ou précaire dans les installations nucléaires est en effet l'une des illustrations du caractère dérogatoire du droit nucléaire en matière de travail, dérogations qui ont pour finalité de concilier les normes sociales et la protection de l'industrie nucléaire.

Le droit du travail apparaît donc sous certains aspects comme protégeant moins le travailleur que l'industrie nucléaire.

II. LE DROIT DE LA PROTECTION DE L'INDUSTRIE NUCLÉAIRE

Cette protection de l'industrie nucléaire répond à des exigences économiques et sécuritaires, qui sont d'ailleurs complémentaires puisque l'industrie électronucléaire n'est acceptable par le public que si les conséquences sanitaires de son utilisation sont minimes et si son coût reste compétitif.

La préservation des gains de productivité est ainsi liée à l'exposition aux rayonnements ionisants des travailleurs d'entreprises extérieures, qui assurent dans la plupart des centrales l'essentiel des travaux pendant les arrêts de tranche. Leur intervention permet de faire l'économie d'une coûteuse réorganisation du travail (désaisonnalisation des arrêts de tranche, rallongement de ces arrêts...)

Ces travaux sont ceux qui impliquent l'exposition aux rayonnements la plus importante alors que le suivi dosimétrique de ces travailleurs, que l'on surnomme les «nomades du nucléaire», est aléatoire du fait de leur mobilité.

En matière de sécurité, la nécessité de gérer le risque nucléaire dans une perspective globale, pour l'ensemble de la population, implique la possibilité d'exposer de manière exceptionnelle, ou dans l'urgence des travailleurs du nucléaire à des doses de rayonnement supérieures aux doses limites. Les travailleurs se voient ainsi assigner une mission de sauvegarde collective.

1. La protection aléatoire des salariés d'entreprises extérieures

Les salariés d'entreprises extérieures sont en général davantage exposés que les salariés de l'exploitant aux rayonnements ionisants, de par la nature de leurs tâches liées aux activités de maintenance: en France par exemple, 80 % de l'activité d'arrêt de tranche est réalisée par des entreprises prestataires et en 1994, ces salariés de la sous-traitance nucléaire «ont intégré 80 % à 85 % des doses radiologiques annuelles supportées par l'ensemble des salariés intervenant en zone contrôlée»[23], justifiant ainsi leur surnom tragique de «viande à rems». Aujourd'hui, à la centrale de Chinon, les prestataires extérieurs sont en moyenne 2,75 fois plus exposés que les agents d'EDF.

Les prestataires intervenant en général sur de nombreux sites, leur suivi est complexe. S'y ajoute le risque, dénoncé par les salariés extérieurs, d'une «gestion de l'emploi par la dose», c'est-à-dire une rupture ou un non-renouvellement des contrats des salariés ayant atteint les limites de doses. Les questions de protection de l'emploi sont dès lors liées à la surveillance radiologique.

La CIPR n'a pas encore publié de textes relatifs à la radioprotection des travailleurs extérieurs tenant compte de cette vulnérabilité et des problèmes spécifiques soulevés. Au niveau européen au contraire, cette préoccupation a abouti à l'adoption de la directive 90/641/Euratom, du 4 décembre 1990, qui porte sur «la protection opérationnelle des travailleurs extérieurs exposés à un risque de rayonnements ionisants au cours de leur intervention en zone contrôlée». Elle impose que «chaque Etat membre veille à ce que le système de surveillance radiologique donne aux travailleurs extérieurs une protection équivalente à celle dont disposent les travailleurs employés à titre permanent par l'exploitant»[24]. La directive introduit pour cela un système de surveillance radiologique propre aux travailleurs extérieurs qui permet tant à leurs employeurs (entreprises extérieures) qu'à l'exploitant de l'installation où ils interviennent de remplir leurs obligations en matière de protection radiologique.

Les Etats membres devaient se conformer à la directive avant le 31 décembre 1993 et le Luxembourg, l'Italie, la Grèce[25] notamment, ont adopté des textes appropriés.

Le cas de la France, mise en cause par la Commission européenne pour les lacunes de sa transposition du droit communautaire, est particulièrement exemplaire des difficultés de la protection des travailleurs extérieurs, dont l'importance numérique contribue à rendre le problème crucial.

En effet, environ 22 000 salariés directement affectés à des travaux sous rayonnements ionisants appartenant à un millier d'entreprises sous-traitantes, interviennent sur le parc d'EDF. Plusieurs milliers de salariés extérieurs opèrent aussi dans les installations du CEA, de la Cogema et sur les sites militaires de la direction générale de l'armement. Certaines améliorations de leur situation sont certes intervenues: depuis cinq ans, le nombre d'intervenants ayant reçu une dose annuelle supérieure à 20 msv a été divisé par deux; les prestataires et les entreprises de travail temporaire, qui répondent désormais à une exigence de qualification (par la certification du CEFRI), sont de plus en plus liés par des contrats pluriannuels; les conditions du suivi des travailleurs extérieurs se sont améliorées, grâce à la carte de suivi médical instaurée en 1991, au carnet d'accès créé en 1992[26].

Le suivi dosimétrique des travailleurs extérieurs n'est cependant pas encore totalement satisfaisant. La Commission européenne a adressé des mises en demeure à la France pour obtenir l'application de la directive Euratom de décembre 1990. Pour la Commission, le système de surveillance doit pouvoir fonctionner pour toutes les expositions, en temps réel, et être placé directement sous le contrôle des autorités. De plus, le travailleur doit être accompagné d'un document qui porte ses relevés dosimétriques.

La France considère au contraire que le système de dosimétrie réglementaire, auquel s'ajoute le système Dosinat, étendu, sous l'appellation Dosimo à l'ensemble des exploitants français (EDF, CEA, Cogema, armées), sont suffisants.

Ces systèmes soulèvent pourtant de nombreuses interrogations[27]. En juillet 1996, puis en décembre, la Commission, dans un avis motivé, considérait donc toujours que la France manque aux obligations qui lui incombent, car la fréquence des contrôles dosimétriques est inadéquate et la carte de suivi médical ne porte pas toutes les données prescrites par la directive; des négociations sont toujours en cours. Le Ministère du travail a proposé une réglementation de la dosimétrie opérationnelle ouvrant la voie à une levée du secret médical, avec la communication à l'employeur d'une information individuelle, nominative. Le projet prévoit notamment que l'inspecteur du travail pourrait accéder à la dosimétrie opérationnelle. Jusqu'ici, l'inspecteur du travail se voyait dépossédé de tout moyen d'exercer un contrôle sur le respect des règles d'hygiène et sécurité, la réglementation prévue n'ayant pas été adoptée. C'est EDF qui avait décidé de sanctionner les entreprises qui procèderaient à des licenciements abusifs pour cause de dosimétrie excessive. On ne peut donc que souligner le caractère absurde de la situation, où « l'autorité de l'Etat est niée par l'Etat lui-même, et ses carences supléées par un exploitant autoinvesti – pour la bonne cause – d'une sorte de pouvoir de police »[28].

Si la question de la protection des travailleurs extérieurs est épineuse, une catégorie particulière de ces travailleurs, ceux qui ont un *statut temporaire* (intérimaires ou travailleurs sous contrat à durée déterminée) soulève des difficultés spécifiques.

Les salariés intérimaires sont ceux qui reçoivent la dose moyenne la plus élevée sur de courtes périodes[29] et il est difficile, face à ces données, de ne pas parler d'externalisation des risques vers les salariés à emploi précaire.

Cette situation apparaît exceptionnelle en droit du travail, car dans de nombreux Etats ayant une législation sociale développée, il est interdit de faire appel aux salariés d'entreprises de travail temporaire pour les travaux qui font l'objet d'une surveillance médicale spéciale, c'est-à-dire pour des travaux dangereux[30].

Ces salariés à emploi précaire sont ceux dont le suivi dosimétrique présente le plus de carences: les retards dans le développement des films dosimétriques ou la transmission des résultats permettraient à de nombreux travailleurs d'être embauchés alors qu'ils ont atteint ou s'approchent des limites de dose. Une autre pratique est celle de « l'oubli » des dosimètres au vestiaire, qui permet à ces salariés de présenter des bilans dosimétriques leur permettant de continuer à travailler sous rayonnements ionisants.

En l'absence de réflexion internationale à ce sujet, la possibilité de faire appel à des emplois précaires pourrait donc constituer longtemps encore une des particularités du doit du travail nucléaire, tout comme la faculté d'exposition exceptionnelle ou d'urgence des travailleurs aux rayonnements ionisants.

2. L'exposition exceptionnelle ou d'urgence des travailleurs

Le caractère dérogatoire du droit nucléaire est ici particulièrement marqué, car le désormais classique droit de retrait dans une situation dangereuse pour les salariés est remplacé au contraire, dans le domaine nucléaire, par des expositions exceptionnelles ou d'urgence.

Dans de nombreux Etats, le droit du travail consacre en effet, depuis les années quatre-vingt, la possibilité, pour des salariés, « de se retirer d'une situation de travail dont ils ont un motif raisonnable de penser qu'elle présente un danger grave et imminent »[31]. Mais si l'attitude des salariés du nucléaire a permis d'attirer l'attention sur la nécessité de

protéger le droit d'alerte et de retrait des travailleurs, il est paradoxal de constater que la réglementation nucléaire consacre au contraire dans certains cas la faculté ou même l'obligation d'exposition à des doses supérieures aux doses admissibles.

Ainsi, la Loi fédérale russe sur les utilisations de l'énergie nucléaire de 1995 prévoit que «dans le cadre de l'exécution des travaux destinés à prévenir l'extension de l'accident ou à en éliminer les suites, l'irradiation du personnel au delà des doses limites établies peut être admise [...] elle ne peut être justifiée que pour sauver la vie des personnes, pour empêcher une irradiation massive ou en cas de pollution importante de l'environnement par les rayonnements»[32]. La loi précise que l'accord du personnel qui prend part à ces travaux doit être préalablement obtenu par l'exploitant, après information sur les risques encourus.

La loi suisse sur la radioprotection de 1991 permet également «de dépasser les valeurs limites de dose lorsqu'il s'agit de parer à une défaillance [...] pour protéger la vie de la population et en particulier pour sauver des vies humaines», sans préciser si l'exposition exceptionnelle se fait sur la base du volontariat.

En Australie, deux textes de juin 1995[33] confèrent la possibilité à l'autorité réglementaire compétente dans le domaine des expositions professionnelles de tenir compte de circonstances exceptionnelles pour un éventuel dépassement des limites de dose.

En France[34], «dans des situations inhabituelles de travail, lorsque d'autres techniques ne peuvent être utilisées, des expositions exceptionnelles concertées peuvent être mises en œuvre, sur autorisation de l'inspecteur du travail, dans les conditions que celui-ci précise, après avis de l'OPRI». Certes, toute exposition exceptionnelle doit, après l'avis du comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail, ou à défaut, des délégués du personnel, faire l'objet d'un avis préalable du médecin du travail mais jusqu'en 1991, on exigeait que les travailleurs soumis à des expositions exceptionnelles concertées aient donné leur accord. D'une manière générale[35], «l'exposition subie en une ou plusieurs fois au cours d'opérations donnant lieu à une exposition exceptionnelle concertée ne doit pas dépasser en un an le *double des limites annuelles.* A ces expositions exceptionnelles, s'ajoutent les expositions d'urgence. «En cas d'expositions nécessitées par des situations d'urgence, seuls des travailleurs volontaires, figurant sur une liste préalablement établie de travailleurs spécialement informés sur les risques des expositions dépassant les limites, peuvent participer à une intervention impliquant une exposition d'urgence. Dans de telles situations, les expositions peuvent dépasser les limites annuelles de dose», sans que le décret ne précise les limites de ce dépassement.

Bien que les cas de dépassement des limites réglementaires annuelles soient exceptionnels, on ne rencontre pas ailleurs que dans le droit nucléaire cette justification juridique d'un «sacrifice» de la part des travailleurs par un impératif de sécurité dépassant le seul cadre de l'installation[36].

Cet aspect dérogatoire peut également être considéré comme un témoignage supplémentaire de la tendance novatrice et exploratoire du droit nucléaire, qui réglemente ce type de situations alors qu'elles se développent, en pratique, dans tous les secteurs industriels «à risques».

A un hommage au «réalisme» du droit nucléaire en matière de radioprotection des travailleurs, on peut toutefois préférer opposer le jugement porté par le doyen Rainaud: «droit non crédible, parce que contradictoire en intégrant implicitement l'insécurité»[37].

SIGLES ET ABRÉVIATIONS

AEN Agence de l'énergie nucléaire
AIEA Agence internationale de l'énergie atomique
BDN Bulletin de droit nucléaire
CEA Commissariat à l'énergie atomique
COGEMA Compagnie générale des matières nucléaires
CIPR Commission internationale de protection contre les rayonnements ionisants
CNIL Commission nationale informatique et liberté
DGA Direction générale à l'armement
EDF Electricité de France
EURATOM Communauté européenne de l'énergie atomique
INB Installation nucléaire de base
ISPRA Institut supérieur de protection contre les rayonnements
JOCE Journal officiel des Communautés européennes
JORF Journal officiel de la République française
OPESCT Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et techniques
OPRI Office de protection contre les rayonnements ionisants
RGN Revue générale nucléaire

NOTES ET BIBLIOGRAPHIE

1. Bien avant la création au sein de la Communauté européenne du comité consultatif pour la sécurité, l'hygiène et la protection de la santé sur le lieu de travail et les directives du Conseil dans ces matières, Euratom avait été chargée, par le traité de Rome d'«établir des normes de sécurité uniformes pour la protection sanitaire de la population et *des travailleurs* et de veiller à leur application» (article 2 du Traité).
2. Cf., notamment E.ZEBROSKI, «Risques industriels, la tentation du modèle nucléaire», *Préventique* n° 32, mars-avril 1990, ou «Les orientations générales de la politique de prévention des risques professionnels», *Travail et sécurité* n° 5, 1991.
3. R. GRANIER, D. J. GAMBINI, *Radiobiologie et radioprotection appliquées,* Ed. médicales internationales, 1990; H. SEILLAN, «Sécurité du travail», *Revue droit social,* n° 5, mai 1989.
4. Directive du Conseil du 1er juin 1976, *JOCE,* série L n° 187, p. 9; *Manuel de protection contre les radiations dans l'industrie,* partie II, Bureau international du travail, 1979, p. 24.
5. Cf. A. MILLET, *L'invention d'un système juridique: nucléaire et droit,* Thèse, Nice, 1991, pp. 355-381.
6. K. BOUSTANY, «La normativité nucléaire, quelques réflexions», *Bulletin de droit nucléaire* n° 51, juin 1993.
7. Ce n'est pas le cas pour les utilisations médicales ou de recherche, qui posent des problèmes spécifiques.
8. J. J. ABRAS, «Maintenance et radioprotection», *Revue générale nucléaire,* n° 6. 1995
9. Sur ce principe, voir notamment: O. ILARI, Development of ICPR Recommandations on Optimization», ISPRA Courses, 22-26 september 1986, Italie; Ch. LEFAURE, «Gérer le risque radiologique, ALARA, un principe, une obligation, un état d'esprit», *RGN,* n° 6, 1995; M. C. BOELER, «A propos du principe d'optimisation de la protection radiologique et du principe de précaution»; J. J. ABRAS, «Mise en œuvre d'ALARA»; J. LOCHARD, M. C. BOELER, «Les bases juridiques et éthiques du principe d'optimisation de la radioprotection», *Bulletin du droit nucléaire,* n° 52, 1993; D. WIEDIS, D. JOSE, «Le principe ALARA», *BDN,* n° 58, 1996
10. *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection,* ICPR Publication 26, Pergamon Press, Oxford, 1977.
11. *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection,* ICPR Publication 60, Pergamon Press, Oxford, 1991.
12. Le premier manuel avait été publié en 1965, collection Sécurité de l'AIEA, n° 14. Le nouveau manuel a été publié en 1980, cf. *Bulletin de droit nucléaire,* n° 25, juin 1980, p.34.
13. La version précédente des «normes de base», qui datait de 1980, avait été modifiée en 1984.
14. Alors que la Commission considérait que les dipositions du traité Euratom ne permettaient pas aux Etats membres de fixer des limites de dose plus strictes, la Cour de justice des Communautés européennes, sollicitée par la Belgique, a considéré le 25 novembre 1992 que les limites de dose n'étaient pas des normes absolues et que

dans certaines circonstances, il peut être raisonnable d'imposer des limites plus strictes.

15. Les textes suisse et russe sont reproduits dans le *BDN* de juin 1996.
16. Par exemple l'arrêté danois n° 821 du 7 décembre 1990 relatif aux normes techniques à observer en matière de dosimétrie individuelle.
17. Chapitre 4 de la Loi, sections 1 à 4.
18. *Bundesgesetzblatt,* 1990 I, p. 607.
19. *BDN,* n° 55, juin 1995.
20. Un employé peut demander à consulter son propre dossier, un employeur ne peut voir que la situation dosimétrique de ses propres employés, un exploitant peut consulter les cumuls dosimétriques de toute personne connue du système, mais ne peut voir en détail que les doses qu'il a envoyées.
21. «Rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques», Assemblée Nationale, n° 3491, 1997, tome II, pp. 36-37.
22. R. DOLLO, C. THEZEE, «Radioprotection des intervenants dans les centrales d'EDF», *RGN,* n° 6, 1996, p. 30.
23. Rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 1991 et 1993; journal *Le Monde,* 23 janvier 1997.
24. Cf. *BDN* n° 47; *JOCE* série L n° 349 du 13 décembre 1990.
25. Le décret 9087 (FOR) 1004 introduit un système de surveillance radiologique propre aux travailleurs extérieurs les plus exposés, *BDN,* n° 59, juin 1997.
26. Le décret du 13 février 1997 prévoit de nouvelles dispositions relatives au suivi des travailleurs extérieurs dans les INB, en organisant notamment une complémentarité entre les médecins du travail de l'exploitant et de l'entreprise extérieure, ces derniers devant désormais avoir une formation appropriée. Il arrive en effet que les «nomades du nucléaire» soient contrôlés par plusieurs dizaines de médecins du travail sans que les informations ne circulent ni ne soient centralisées. Cl.Birraux, rapporteur de l'office parlementaire d'évaluation des choix ST, note ainsi que 87 travailleurs intervenant à Chinon, pendant 4 ans, ont vu 103 médecins du travail !
27. Bien qu'autorisé par la CNIL, Dosimo s'est développé en dehors de tout cadre juridique, sans base légale. Le 2 décembre 1996, un protocole a été signé par l'OPRI, EDF, le CEA, la Cogéma, la DGA et le groupe intersyndical de l'industrie nucléaire, confiant la gestion de Dosimo à l'OPRI.
28. Rapport de l'OPECST, précité, p. 160.
29. Une enquête dite STED (sous traitance EDF) sur les intermittents du nucléaire, conduite de mai à novembre 1993, indiquait qu'en France ces salariés à emploi précaire représentent environ 20 % des salariés sous-traitants. Selon le rapport de l'OPECST de 1997, op. cit., «il est démontré une exposition réellement plus forte des travailleurs précaires, comme catégorie salariale, par rapport à leurs collègues sous contrats à durée indéterminée (CDI)» (pp. 153-158).
30. En France par exemple, article L 124-2-2 du code du travail. Le risque de gestion de l'emploi par la dose et le risque sanitaire ont incité le Ministère du travail a préparer une note d'orientation, en janvier, proposant d'étendre l'interdiction d'emplois précaires aux travaux sous rayonnements ionisants, dans les zones contrôlées (modifiant les décret de 75 et 86). Le Ministère, pour justifier sa position, souligne que les mécanismes de prévention des risques mis en œuvre (contractualisation, augmentation de la qualification des entreprises) jusqu'ici ont été inefficaces. Cette proposition du Ministère du travail se heurte à la position du Conseil scientifique de l'OPRI, qui juge au contraire que les mesures mises en œuvre par les exploitants avec le concours des entreprises prestataires font qu'il n'est pas nécessaire de rajouter les travaux sous rayonnement à la liste des travaux dangereux interdits aux travailleurs précaires (le directeur de l'OPRI, à titre personnel, est favorable à l'interdiction). Cette position semble d'ailleurs confortée par la signature en janvier d'une «charte de progrès» entre EDF et les entreprises prestataires, réduisant les arrêts de tranche simultanés.
31. Par exemple, en France, l'article L231-8-1 du Code du Travail a consacré en 1982 le droit de retrait après que des syndicats aient bloqué des machines dans plusieurs installations nucléaires, en 1979.
32. Article 36 de la loi, *BDN,* n° 57.
33. *BDN,* n° 57.

34. Décret de 1986, relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants, modifié en 1991, article 10, *JORF*, 21 septembre 1991, p. 12392.
35. Article 11 du décret précité.
36. Dans la plupart des droits nationaux, les dispositions relatives à la possibilité pour l'employeur de faire appel à ses salariés pour rétablir des conditions d'hygiène et de sécurité satisfaisantes ne concernent que l'établissement, la sécurité et la santé des salariés, et en aucun cas la protection de la vie de la population ou la protection de l'environnement.
37. J. M. RAINAUD, *Le droit nucléaire,* Presses universitaires de France, 1994, p. 52.

Tchernobyl, conséquences sanitaires et écologiques 1986-1997

Jean-Pierre REVEL

QUELQUES RAPPELS

«Nous autres civilisations, nous savons maintenant que nous sommes mortelles...» En 1919, lorsque Paul Valéry écrit cette phrase, les travaux sur l'atome n'avaient pas encore révélé au grand public son immense réserve énergétique, et selon son utilisation, ses pouvoirs destructeurs. Le siècle qui s'achève aura largement fait écho à l'inquiétude de l'écrivain. Jamais plus qu'une autre, notre époque n'aura été dotée des moyens de sa grandeur et de sa perte.

Par les quantités d'énergie qu'elle peut libérer, la fission de l'atome figure au premier rang des outils de développement et, par voie de conséquence, des risques pour notre humanité. En 1945, l'utilisation de la bombe atomique, l'aura fait connaître d'abord pour ses capacités destructrices. Couverte par le secret militaire le plus strict, l'utilisation civile de l'énergie nucléaire reste jusqu'à nos jours entachée de ces «péchés originels» et son image s'est encore ternie par les incidents et accidents qui ont émaillé son développement. Certes, tous ne sont pas aussi tragiques que celui qui nous intéresse dans ce document, mais ils ont eu des conséquences sur la santé publique et l'environnement des communautés affectées.

Le présent document a pour objectif de tenter une synthèse de l'information disponible sur les conséquences sanitaires et écologiques de cet accident telles qu'elles apparaissent près de douze ans après l'explosion initiale. Etant donné l'étendue et la diversité des connaissances requises pour dresser un inventaire complet, l'auteur ne peut prétendre à une quelconque exhaustivité. Son expérience professionnelle directe de technicien de l'humanitaire et sa volonté de poursuivre le dialogue l'ont aidé à construire sa démarche. Cette contribution s'articulera autour de deux axes principaux, d'une part les conséquences sur la santé des populations et, d'autre part, les conséquences sur l'environnement. On verra plus tard qu'il y a une intrication profonde entre les deux, et que les interactions poursuivent leurs effets longtemps après l'accident initial. Ce souci pour les conséquences à long et très long terme doit rester en permanence en arrière plan, afin d'alimenter la vigilance dans la prévention de nouvelles catastrophes.

RAPPEL HISTORIQUE SUR LE CONTEXTE DES ÉVÈNEMENTS

Vu l'abondance des publications sur le sujet, il est superflu de revenir sur le déroulement des événements de la fin du mois d'avril 1986 dans la centrale ukrainienne, mais il faut rappeler un certain nombre de points du contexte dans lequel cet accident est survenu.

Contexte politique d'abord

En 1986, l'humanité est toujours soumise a la dynamique de la «Guerre froide» entre deux blocs hyperpuissants et antagonistes se livrant à une escalade militaire et nucléaire effrénée,

le fameux «Equilibre de la terreur». Les niveaux de puissance atteints par les arsenaux sont capables d'éradiquer plusieurs fois toute vie de la surface de la planète. En URSS, le choix d'une technologie de réacteur (RBMK) couple la production de plutonium pour le développement de certaines armes avec la production d'énergie électrique. L'énergie nucléaire (et toutes les activités qui s'y rattachent dans le cadre du «lobby militaro-industriel») bénéficie là plus que dans aucun autre pays d'un statut privilégié assorti d'avantages exorbitants par rapport au reste de la population. Le secret qui entoure les premiers jours après l'accident et va retarder la prise de certaines décisions capitales n'est qu'un épiphénomène de celui qui recouvre toute activité sensible dans ce pays. Toutefois, le système politique qui règle le pays est déjà très affecté par les maux qui vont entraîner sa fin, manque de transparence, bureaucratie figée et perte de confiance... C'est peut-être là qu'il faut chercher une des causes de la catastrophe.

«Accident» *ou* «catastrophe». Les deux termes sont employés pour dénommer ce qui est survenu dans le réacteur n° 4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl, le 26 avril 1986 à 01h23. L'événement initial: une explosion dans le coeur du réacteur est sans conteste un accident majeur (du plus haut degré envisagé) dans la structure technique particulière qu'est une centrale nucléaire. Les conséquences de cet événement, le nombre de personnes affectées ainsi que par leur extension géographique et chronologique en font assurément une catastrophe ou un désastre si l'on retient la définition de Lechat et al.: «Perturbation dans l'environnement d'une communauté qui dépasse les capacités d'ajustement de cette communauté et impose un recours à l'aide extérieure.»[1] Selon qu'il s'agira de parler de l'un ou l'autre aspect, il conviendra d'utiliser l'un ou l'autre terme.

Contexte géographique ensuite

L'URSS est un pays immense, sans commune mesure avec aucun autre de la planète, et la région dans laquelle se produit l'accident est vaste et la densité de population y est relativement faible. Les populations locales, hormis celles qui seront évacuées dans les jours qui suivent l'accident, resteront parfois longtemps dans l'ignorance de ce qui s'est réellement passé dans la nuit du 26 avril 1986. Certaines localités ne seront évacuées que des années après sans guère d'explication sur les retards et l'impact que cela put avoir sur la santé de ces personnes.

Par ailleurs, la dispersion rapide et sur des zones géographiques très vastes des radioéléments issus du réacteur en feu, la sensibilité des moyens de détection et de surveillance ainsi que la rapidité de réaction dans les pays d'Europe occidentale, eux mêmes déjà fortement «nucléarisés», feront que l'accident sera connu très tôt hors des frontières d'Union soviétique. Alors que la lutte contre l'incendie s'organisait au niveau de la centrale, à l'échelle internationale, l'alerte viendra d'Europe, confirmée par les photos des satellites américains. Dans le contexte de l'époque, cela va donner lieu à une confrontation d'information et de désinformation qui durera durant des années. Avec la fin du système communiste, même si l'accès aux informations est devenu plus aisé, il n'est pas toujours facile de faire la part des choses et bien des comportements induits par les errements des premières années restent difficiles à corriger.

En fonctionnement normal, un réacteur de type RBMK renferme le carburant (uranium enrichi), du graphite servant de frein à neutrons (afin de contrôler les réactions) et des produits de fission résultant de l'irradiation ou de la désintégration du carburant. Ceux-ci peuvent être récupérés en cours de fonctionnement pour en séparer le plutonium 239 qui servira à des fins militaires. Lors de l'explosion et de la mise en contact du coeur du réacteur avec l'oxygène de l'air, la combustion du

graphite a dégagé une intense chaleur qui a volatilisé de nombreux de radionucléides. Selon leur poids, les plus légers et les plus volatiles (tels que l'iode 131) furent propulsés très haut dans l'atmosphère où ils furent repris par les courants aériens et dispersés sur pratiquement tout l'hémisphère nord.

La nature des produits radioactifs contenus dans le réacteur et relâchés dans l'environnement est extrêmement complexe. Leurs caractéristiques physiques varient d'un isotope a l'autre et rendent leur étude encore plus délicate pour le profane. Leur impact sur la santé dépend du type de rayonnement émis lors de leur désintégration et selon que cette désintégration se déroulera à l'intérieur d'un organisme vivant (irradiation interne,) ou à l'extérieur (irradiation externe). Certains peuvent ajouter à cette radio-toxicité une toxicité chimique (métaux lourds). Diverses listes des principaux radionucléides rejetés dans l'environnement existent, ci dessous, l'une des plus simples, basée sur les données fournies par l'OCDE, indique, outre le nom du radionucléide, sa période, la date approximative à laquelle il ne restera plus que moins de 0,1 % de la quantité initiale et la dose émise en curies.

Radionucléide	Période	10 × périodes	< 0,1 %	Dose rejetée en curies
Zirconium 95	1,4 heure	14 heures	Mai 1986	5 297 297,30
Neptunium 239	2,4 jours	24 jours	Mai 1986	2 567 567,57
Molybdène 99	67 heures	28 jours	Juin 1986	4 540 540,54
Xenon 33	5,3 jours	53 jours	Juin 1986	175 675 675,68
Tellurium 132	78 heures	32,5 jours	Juillet 1986	31 081 081,08
Iode 131	8 jours	80 jours	Juillet 1986	47 567 567,57
Barium 140	13 jours	130 jours	Sept. 1986	6 486 486,49
Cerium 144	33 jours	330 jours	Mars 1987	5 297 297,30
Ruthénium 103	39,6 jours	396 jours	Juin 1987	4 540 540,54
Strontium 89	52 jours	520 jours	Oct. 1987	31 081 081,08
Curium 242	163 jours	4,6 ans	Oct. 1990	24 324,32
Cerium 144	285 jours	7,8 ans	Févr. 1994	3 135 135,14
Ruthénium 106	1 an	10 ans	Avril 1996	1 972 972,97
Caesium 134	2 ans	20 ans	2006	1 459 459,46
Plutonium 241	13,2 ans	132 ans	2118	162 162,16
Strontium 90	28 ans	280 ans	2266	270 270,27
Caesium 137	30 ans	300 ans	2286	2 297 297,30
Plutonium 238	86 ans	860 ans	2846	945,95
Plutonium 240	6580 ans	65 800 ans	—	1135,14
Plutonium 239	24 400 ans	244 000 ans	—	810,81

CONSÉQUENCES SANITAIRES

Dans ce type de catastrophe, la santé des populations va être affectée de multiple façons. L'impact sur la santé a fait l'objet de nombreuses recherches coordonnées par les institutions les plus prestigieuses, tant officielles que se réclamant de sphères parallèles. Les résultats sont régulièrement publiés dans des forums internationaux. La détérioration de l'état de santé est régulièrement mentionnée, assortie parfois de qualificatifs tels que «générale» ou «continue» voire «irréversible», mais aucune enquête épidémiologique n'a pu à ce jour établir une relation de cause à effet entre ces plaintes et la catastrophe de Tchernobyl.

L'approche chronologique adoptée ici, même si elle peut paraître commode n'est pas entièrement satisfaisante dans la mesure où certaines pathologies apparaissent longtemps après la disparition de l'agent causal. En outre, la persistance de certains radioéléments dans l'environnement fait qu'une exposition externe (même faible la plupart du temps,) persiste et peut s'accompagner d'irradiation interne accidentelle lors de l'ingestion des ces corps. Autre caractéristique importante à prendre en considération, la surveillance doit couvrir une période couverte plus longue que pour d'autres types de catastrophes. D'un point de vue pratique on peut admettre que le court terme s'étend sur les huit à douze mois qui ont suivi l'accident, le moyen terme couvre lui la période 1987-1991, soit les cinq dernières années de l'Union soviétique, tandis que le long terme peut aller jusqu'à vingt ans (voire plus,) après l'explosion du réacteur, soit jusqu'en 2006.

Court terme

L'explosion initiale a mis en contact le coeur du réacteur avec l'atmosphère, entraînant l'embrasement de celui-ci et la dispersion des radionucléides dans l'environnement. Pour le personnel de la centrale ainsi que les équipes de sécurité appelées à combattre l'incendie, il en résulta une exposition aiguë extrêmement importante allant jusqu'à 20 rads pour les personnes ayant travaillé dans les environs immédiats du réacteur. Afin de limiter les risques liés à une exposition prolongée, la lutte contre l'incendie reposa sur une stratégie basée sur la mobilisation d'un nombre très important de personnes (miliciens de l'Armée Rouge) effectuant une tâche précise pendant une durée brève, théoriquement 90 secondes, sur le toit du réacteur en feu. Après quoi ils étaient renvoyés dans leur casernes avec le titre officiel de «Liquidateur» qui leur assurait certains avantages matériels. Il est clair que rien n'est moins sûr que cette limite officielle ait été scrupuleusement respectée dans tous les cas, et la dose limite fut donc très certainement dépassée.

Pour 28 des 31 victimes officiellement reconnues de l'accident, cette dose initiale fut fatale. Alors que 237 travailleurs étaient hospitalisés à cause de leur exposition initiale[2]. Pour 134 d'entre eux, elle se traduisit par une maladie aiguë des rayonnements caractéristique. Cette affection, reconnue depuis les débuts des travaux sur l'atome, est due à l'impact des rayonnements sur les tissus vivants. Elle présente des degrés variables de sévérité selon la dose absorbée résumée dans le tableau ci-contre (extrait du Manuel de la Croix-Rouge américaine).

La symptomatologie varie de simples nausées et vomissements passagers aux tableaux gravissimes avec évolution fatale. En superficie, elle peut revêtir l'aspect d'une rougeur cutanée (comme lors d'une brûlure du premier degré ou d'un violent coup de soleil,) en profondeur elle provoque des dégâts beaucoup plus importants avec lésions de lignées cellulaires responsables de l'immunité ou altération profonde des fonctions des muqueuses intestinales (entraînant une fuite massive des liquides et des électrolytes et déshydratation aiguë). La mort pouvant survenir par septicémie et/ou déshydratation massive. Les patients hospitalisés pour cette affection furent traités dans divers centres de référence tels que Kiev et Moscou, parfois avec l'aide d'équipes internationales pour des greffes de moelle osseuse, avec des résultats divers. La gestion de tels patients est une charge très lourde pour les structures de santé, requérant à la fois des personnels qualifiés et des équipements sophistiqués durant de nombreuses semaines. L'évolution et les conséquences à long terme de cette pathologie sont l'objet de surveillance continue, principalement quant à l'émergence d'affections malignes, soit leucémies, soit tumeurs solides telles que cancer du poumon ou du colon.

Très redoutées à l'époque, parmi les conséquences immédiates, les anomalies chromoso-

Durée après l'exposition	Dose supra létale (6-10 gray)	Dose létale (2,5-5 Gy)	Dose sub-létale (1-2 Gy)
Quelques heures	Pas de symptômes clairement définis	Nausées, vomissements	
1re semaine	Diarrhées, vomissements	Pas de symptômes clairement définis	Pas de symptômes clairement définis
2e semaine	Inflammation ORL, fièvre, déshydratation amaigrissement rapide conduisant à la mort dans 100 % des cas.		
3e semaine		Perte des cheveux, de l'appétit, fièvre, malaise général, hémorragies, anémie, conduisant à la mort dans 50 % des cas	Perte d'appétit, mal de gorge, pâleur, diarrhée, puis la guérison commence. En l'absence de complications, pas de décès.

miques entraînant des malformations congénitales chez les enfants en gestation au moment de l'accident furent un grand sujet d'inquiétude dans tous les pays ou des augmentations de la radioactivité ambiante avaient été constatées. Selon certains auteurs cités par D. Bard, P. Verger et P. Hubert[3] plusieurs milliers d'avortements dits «thérapeutiques» auraient ainsi été pratiqués en Europe occidentale dans les mois qui suivirent l'accident. Une étude réalisée sur une période de 15 mois, entre le 1 janvier 1986 et le 31 mars 1987, et sur 19 centres repartis dans 8 pays européens, par le système de surveillance épidémiologique des anomalies congénitales EUROCAT[4], n'a pas permis la mise en évidence d'augmentation significative du taux de trisomie 21 sur le territoire concerné par l'étude. Le système, mis en place avant la survenue de l'accident a permis la comparaison du taux de certaines anomalies congénitales sur des grands nombres de naissances, avant et après l'accident et n'a pas conclu à un impact significatif, dans ce domaine, des retombées radioactives. Une telle étude portant sur les naissances dans les républiques soviétiques affectées aurait permis d'évaluer l'impact dans les zones où les retombées radioactives furent plus importantes.

Dans les mois qui suivirent, l'intérêt pour l'étude des conséquences sanitaires ne faiblit pas, mais, d'une part la difficulté d'accéder à des données précises sur ce qui s'était passé dans la centrale et les zones contaminées, d'autre part la longue durée de latence de certaines pathologies liées à la radioactivité, enfin l'existence de différences notables sur les définitions de certaines entités nosologiques entre Union soviétique et monde occidental, limita sérieusement la connaissance que nous pouvions avoir des suites de la catastrophe. En novembre 1991, l'Union soviétique disparaissait en tant qu'entité politique, laissant place à un vide institutionnel sans précédent et 19 républiques (dont trois auront la charge de gérer les conséquences directes de la catastrophe, alors que les Liquidateurs se trouvent dispersés dans toutes les républiques).

Moyen terme

Selon le modèle élaboré à partir de l'expérience japonaise de 1945, on attendait une augmentation du taux des leucémies et ce furent des cancers chez les jeunes enfants qui apparurent en premier.

Le cancer de la thyroïde chez des jeunes enfants

C'est vers 1991 que parvinrent les premiers rapports mentionnant une augmentation importante (plus de dix fois le taux de base d'avant 1986) du nombre de cancers de la thyroïde chez des jeunes enfants des régions de Gomel et Mogilev, et plus tard de Brest, en Bélarus. Cette affection, très rare en temps normal chez les jeunes enfants (avec une fréquence de l'ordre de 1 pour 1 000 000) imposait une étude approfondie afin de rechercher les causes et d'envisager la meilleure conduite à tenir. Il y eut de nombreuses discussions afin de savoir si cette pathologie était imputable ou non à la catastrophe. Aujourd'hui il ne subsiste plus aucun doute et c'est même la seule pathologie dont la responsabilité est entièrement attribuée à l'explosion du réacteur.

En Bélarus, le pays le plus touché par cette pathologie puisque le nombre total de cancers notifiés chez les enfants s'élève à 574 en 1997, le nombre de cas rapportés par oblast et par an est représenté sur le graphique (Cf. infra) des données fournies par le Ministère de la Santé de Bélarus[5].

Très tôt, le groupe le plus à risque apparut être celui des enfants qui, au moment de l'accident, se trouvaient entre trois mois d'âge gestationnel et deux ans, période critique pour le développement de la thyroïde. Le rôle de l'isotope 131 de l'iode, radioactif, massivement libéré dans les jours qui suivirent l'explosion semble être éclairci. La carence en iode, bien connue dans ces régions, eut un rôle déterminant de facteur aggravant en augmentant l'avidité de la thyroïde pour l'iode. En effet, pour ses besoins métaboliques (la synthèse des hormones thyroïdiennes,) la glande thyroïde capte tout atome d'iode circulant dans le sang; si l'iode est rare, la glande s'hypertrophie pour accroître les possibilités de captage. Lorsque survint l'iode radioactif, apporté à travers l'alimentation par le lait provenant de vaches paissant sur des territoires contaminés, la thyroïde de ces enfants était toute prête à en incorporer une grande quantité, réalisant un important foyer d'irradiation interne. La désintégration de ces atomes libérait un rayonnement béta ayant une forte activité biologique au niveau des noyaux cellulaires. Etant donné la demi-vie courte de cet isotope, la quasi totalité de l'iode radioactif s'est désintégré dans la thyroïde de ces enfants ou des adultes touchés. Il reste toutefois à expliquer pourquoi certains enfants ont développé cette tumeur alors que d'autres vivant dans les même conditions ne l'ont pas fait. Cela nécessite des études plus poussées sur les différences de comportements, les doses effectivement reçues ou le rôle de facteurs personnels ou de tout autre élément qui pourrait expliquer cette différence.

Etant donné son type histologique, cette tumeur encapsulée a un pronostic relativement favorable si l'exérèse en est faite à temps. Une fois la capsule rompue, la dissémination métastatique se produit et on aboutit assez vite à la généralisation qui va entraîner la mort du patient. En raison de la vigilance accrue qu'a entraîné l'émergence de cette tumeur, peu de cas ont connu une issue fatale. Cependant, il faut reconnaître que les ressources à la disposition des autorités sanitaires des pays concernés pour diagnostiquer et traiter ces tumeurs sont de plus en plus limitées et la détection annuelle systématique de tous les enfants du groupe le plus à risque est de plus en plus aléatoire. Une fois réalisée l'ablation chirurgicale de la glande thyroïde, il convient de remplacer les hormones thyroïdiennes manquantes par une supplémentation médicamenteuse illimitée, faute de quoi apparaîtrait une hypothyroïdie qui conduirait entre autre à un retard intellectuel.

A ce jour, le nombre total de ces cancers diagnostiqués sur les trois républiques avoisine le millier, et moins de 5 % auraient eu une issue fatale. Les experts s'accordent sur des estimations du nombre total de ces cancers pouvant apparaître sur l'espace d'une vie (soit environ 70 ans) et donnent une fourchette comprise entre 5000 et 8000 cancers. Bien que l'agressivité de ces tumeurs diminue notoirement

avec l'âge du patient chez qui elles se développent, il est capital de poursuivre la détection systématique encore pendant plusieurs années afin de couvrir la population à risque jusqu'à ce qu'elle ait atteint l'âge adulte, soit au minimum encore la présente décennie.

Chez les adultes, l'augmentation de l'incidence de ces cancers existe aussi mais dans une moindre mesure. Etant donné l'évolutivité très lente de ce type de tumeur (par ailleurs de plus en plus fréquent avec l'âge,) sa détection et son traitement ne présentent pas le même caractère d'urgence que chez l'enfant. L'OMS recommande de ne pas changer de priorité et de renforcer la détection chez l'enfant.

Le nuage d'iode radioactif a couvert de façon quasi complète l'hémisphère nord, se déposant lentement sur les pays concernés. A l'annonce de l'augmentation de l'incidence des cancers de la thyroïde chez les enfants des zones affectées, des recherches ont été entreprises parmi les pays les plus exposés. Même si certains auteurs, tels Pr. Bernard et Dr Obadia, (Registre des cancers et Observatoire Régional de la Santé, Provence Alpes-Côte d'Azur, France, mars avril 1996) ont pu détecter des augmentations localisées de cette pathologie, ces publications n'ont pas résisté à une analyse épidémiologique approfondie des données, et corrections ou démentis ont généralement suivi dans les même publications.

Autres pathologies organiques

Concernant les autres pathologies organiques, l'expérience (certes différente et non transposable) acquise dans la surveillance des populations d'Hiroshima et Nagasaki, laissait suspecter une augmentation du nombre de leucémies dès la fin de la première décennie. Aucune augmentation significative n'est rapportée à l'heure actuelle dans la population générale. Quelques cas auraient été notifiés dans le groupe des liquidateurs et les études pour mettre en évidence une relation de cause à effet entre l'activité au moment de l'accident et la survenue de la pathologie sont en cours. Ce groupe particulier fait l'objet d'une surveillance très méticuleuse par le Centre de recherche médico-radiologique de l'Académie russe des sciences médicales, basé à Obninsk (Prof. Ivanov) mais aucune conclusion définitive n'a pu être tirée à ce jour. Dans les autres pays affectés par les retombées radioactives, de nombreuses études visent à mettre en évidence la survenue d'une augmentation du taux des leucémies. Même si certaines publications ont attiré l'attention, aucune n'a pu apporter la preuve décisive d'une telle augmentation et entraîner un revirement des positions officielles.

Autre sujet d'intérêt (ou d'inquiétude,) les anomalies chromosomiques font l'objet de surveillance attentive. Que ce soit par des études cytologiques pour détecter les anomalies spécifiques, ou que ce soit par le biais de la surveillance épidémiologique pour mettre en évidence la traduction clinique de certaines anomalies, les programmes de recherches ne manquent pas à travers l'Europe et en particulier en Europe du Nord (voir BMJ, Vol. 309 16 juillet 1994 parmi de nombreux autres). La tâche est énorme de déchiffrer entre les nombreuses anomalies chromosomiques, lesquelles sont naturelles et lesquelles ont pu être induites par un agent chimique ou physique; et parmi celles-ci quelles sont celles qui vont s'exprimer biologiquement et sous quelle forme. La matière vivante est dotée d'une faculté de réparation des anomalies mineures ou d'élimination des cellules portant des anomalies plus graves. Là encore, il n'y a pas encore eu de description décisive d'un tableau imputable à la catastrophe.

Conséquences socio-psychologiques

De par leur nature, les conséquences socio-psychologiques occupent une place de choix parmi les sujets de controverse, certains les rendant responsables de toutes les symptomatologies rapportées, d'autres les réduisant à

l'extrême. Pourtant, comme l'a souligné le Professeur Terence Lee, «Il n'existe aucun facteur de conversion qui permette de passer du nombre de cancer radio-induits aux centaines de milliers de personnes dont la vie fut brisée ou qui sont encore affligées par l'anxiété, la dépression et les conséquences physiques du stress. Ce qui est certain, cependant, c'est que l'effort scientifique ou l'attention des médias accordés aux secondes est bien inférieur.» (traduction par l'auteur du présent article)[6].

Dès les premières semaines de la catastrophe, les populations qui ont eu accès à l'information ont dû être sujettes à de nombreuses craintes et interrogations. Le secret qui entourait les événements survenus dans la centrale (fleuron des réalisations du régime) ne fut jamais levé que très partiellement et tardivement laissant le champ à la circulation de nombreuses rumeurs. Les échos des premiers déplacements de populations ne firent qu'aggraver ces rumeurs en même temps que parvenaient les échos des souffrances des hommes atteints de la maladie aiguë des rayonnements. A l'époque de la catastrophe, le régime soviétique bien qu'au début de la phase de Perestroïka, n'avait pas encore libéralisé les déplacements des personnes et la circulation de l'information.

Durant des années, les errements administratifs, les décisions parfois prises à contretemps et jamais rapportées, achevèrent de plonger de vastes régions dans le trouble et l'incertitude. La population n'avait déjà plus qu'une confiance limitée dans les instances du régime, se trouvait confrontée à une anxiété croissante. L'effondrement du régime soviétique, qui s'accompagna d'une perte générale des repères classiques et une angoisse majeure quant à l'avenir, ne fit qu'aggraver encore cette tendance en raison de difficultés de tous ordres, mais essentiellement de caractère économique. Tenant compte des différences de nosologies entre les systèmes de santé soviétiques et occidentaux, diverses pathologies apparurent. Selon Richard Stiehm[7], les enfants ukrainiens présentaient des tableaux variés associant ce que les médecins occidentaux appellent des signes cliniques non-spécifiques (fatigue, céphalées, pâleur, inattention et médiocres résultats scolaires...) mais décrits par les médecins soviétiques sous le vocable de «dystonie végétative». Le traitement en semble aussi complexe que sujet à caution quant à son efficacité. D'autres pathologies telles que la «Maladie chronique des radiations» ou «Radiophobie» furent aussi mentionnées, mais n'ont guère eu de succès. La sensation d'être en mauvaise santé est très fréquemment mentionnée et la relation avec l'accident de la centrale est mise en avant pour expliquer ce mauvais état de santé. Ainsi que l'a mentionné Heriard Dubreuil, «Les personnes interviewées expriment leur profonde inquiétude quant à l'avenir. Les effets futurs de l'accident semblent être particulièrement redoutés, plus encore que les effets passés. Ce sentiment alimente une vision pessimiste et fataliste de l'avenir particulièrement frappante chez les enfants de relogés. La conviction que la situation ne peut qu'empirer semble renforcer la passivité des personnes interrogées.»[8]

Les enquêtes épidémiologiques dans les populations concernées[9] ont montré un accroissement des taux de syndromes dépressifs particulièrement chez les femmes. Les facteurs de vulnérabilité retrouvés par ces études étaient principalement l'isolement et la pauvreté, les deux allant souvent de pair. Depuis 1995, des programmes de réhabilitation socio-psychologiques commencent à apparaître dans les zones les plus contaminées. Ceux-ci, basés sur la participation communautaire et la restauration de liens personnels et sociaux reçoivent un accueil très favorable des populations concernées. D'autres études réalisées dans le cadre du projet Tchernobyl ont montré que les facteurs tels que la situation économique ou l'attitude à l'égard du futur sont des facteurs prédictifs bien meilleurs que les niveaux de contamination.

Estimations à long terme

Le long terme sort du cadre de cette étude car on en est réduit aux hypothèses et spéculations. Aucune catastrophe de même nature n'est directement comparable. Les explosions nucléaires d'Hiroshima et Nagasaki en août 1945 ont impliqué une radioactivité bien moindre que celle libérée par l'explosion de Tchernobyl. A l'inverse, la contamination de la vallée de la Técha dans l'Oural du sud a entraîné une contamination notoirement plus élevée mais avec des radionucléides différents. C'est pourtant dans cette région qu'on peut tirer le plus d'enseignement quant à l'avenir des populations touchées par la catastrophe de Tchernobyl.

La surveillance des populations de la vallée de la Técha ont montré une augmentation significative des pathologies telles que les tumeurs solides et que le pic de cette augmentation se situait dans les vingt ans après la période d'exposition[10]. C'est la raison pour laquelle il est capital de poursuivre la surveillance épidémiologique des groupes de population concernés afin que toute augmentation soit détectée rapidement et que les recommandations thérapeutiques puissent être formulées de la manière la plus pertinente qui soit. Etant données les conditions actuelles dans les pays de l'ex-Union soviétique, on ne peut qu'être inquiet sur la capacité à mener à bien une telle entreprise. Certes l'expertise technique demeure et la volonté politique a été manifestée à de nombreuses reprises, mais les ressources pour entretenir les structures nécessaires sont loin d'être assurées, d'où l'importance de l'assistance extérieure.

Une augmentation de la fréquence de certains cancers (pulmonaires ou digestifs,) ne doit pas être automatiquement considérée comme une conséquence directe mais éloignée de l'accident de 1986. Les changements dans les modes de vie consécutifs à l'effondrement de l'URSS ont eu des répercussions sur l'hygiène de vie des habitants de l'ex-Union (carences alimentaires tant quantitatives que qualitatives, augmentation des consommations de tabac et d'alcool, principalement chez les hommes). Ceci se traduira sans aucun doute mais avec un certain décalage au niveau de pathologies observées.

Les leucémies, selon les estimations des experts, ne devraient pas augmenter de manière significative après la première décennie. Etant donné qu'aucune augmentation significative n'a été décelée, on peut s'attendre à ce que les variations d'incidence de cette maladies demeurent dans une fourchette d'interprétation difficile.

La question de la manifestation à long terme des anomalies chromosomiques, si elle n'est pas retenue comme une certitude par la plupart des experts, ne doit pas être totalement sous estimée. Toute lésion chromosomique n'a pas nécessairement une expression immédiate. Les plus graves entraînent la mort cellulaire, tandis que les autres seront impliquées dans un processus de réparation au même titre que les milliers d'anomalies chromosomiques naturelles qui se produisent quotidiennement dans notre génome. Que la réparation ne soit jamais parfaite, c'est évident et le gène ainsi réparé peut être porteur d'une information altérée qui pourra être transmise lors des réplications cellulaires et s'exprimer plus tard soit sous forme d'un cancer soit sous forme d'une malformation. Là encore les estimations des experts diffèrent mais l'augmentation du nombre de malformations attendues serait tout au plus de quelques fractions de pour-cent, non décelable par rapport aux effets des autres agents mutagènes (présents aussi en grand nombre dans l'environnement des républiques ex-soviétiques). Dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut pas dire avec certitude quand un tel gène pourra s'exprimer et quelle forme prendra son expression d'où là encore la nécessité de poursuivre la surveillance. Jusqu'à quand ? Les moyens nécessaires à sa poursuite indéfinie faisant défaut (et ce quelque soit le régime politique,) la question reste ouverte.

CONSÉQUENCES ÉCOLOGIQUES

La dispersion dans l'atmosphère de plusieurs dizaines de tonnes de matériaux provenant du coeur du réacteur ne peut s'envisager sans conséquences majeures pour l'environnement. Selon qu'on a à faire à des fragments de combustible (irradié ou non, radioactifs le plus souvent) ou à des éléments inertes, l'impact n'est pas le même. Dans les semaines suivant l'explosion du réacteur, des doses létales tant pour les animaux (des petits rongeurs,) que pour les végétaux (arbres résineux) furent atteintes dans la périphérie immédiate de la centrale, mais la surveillance de la radioactivité dans cette zone a montré une décroissance rapide (un facteur 100 en six mois). En 1988, à l'invitation du Gouvernement soviétique, une mission d'évaluation de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique se rendit sur place et publia son rapport en 1991[11].

On a vu plus haut que l'incendie a porté nombre d'éléments à des températures supérieures (ou au pire voisines) à leur température de vaporisation. Lors de la condensation, ces éléments sont retombés en aérosol, plus ou moins loin selon leur masse: les plus lourds retombant naturellement les premiers, tout près de la centrale. La direction des vents et les précipitations durant les dix jours que dura l'incendie expliquent en grande partie la répartition géographique des retombées. On peut ainsi décrire deux types de conséquences sur l'environnement: celles directement liées aux retombées et celles, indirectes, liées aux déplacements de populations, celles-ci étant la conséquence de celles-là.

Onze ans après la catastrophe, les manifestations visibles des effets directs sur l'environnement sont fort heureusement limitées aux abords immédiats de la centrale. Ce qui reste de la célèbre «forêt rouge» (des troncs calcinés et quelques tentatives malheureuses de reboisement) témoignent de l'intensité des radiations ayant touché cette zone. Dans la périphérie de la centrale, au delà de la ville fantôme de Pripyat, diverses zones interdites d'accès renferment les couches superficielles des sols entourant le réacteur endommagé et qui ont été décapées puis enfouies. Le niveau de contamination de ces zones reste très élevé. D'autres zones (appelées «Cimetières»,) regroupent les engins de travaux publics, de génie militaire ou les hélicoptères ayant été utilisés dans la lutte contre l'incendie et le nettoyage des abords de la centrale.

En terme de contamination directe de l'environnement, une zone circulaire de trente kilomètres de rayon, centrée sur la centrale a été déclarée «Zone interdite» ou «Zona». Bien que toute activité humaine y soit officiellement interdite et l'accès contrôlé, il y persiste un millier environ de «Samosiols», essentiellement des personnes âgées qui ont refusé de quitter leur village. C'est dans cette zone que se trouve concentré l'essentiel des radionucléides lourds tels que le plutonium. Etant donnée la période de cet élément (environ 24'400 ans) il est illusoire d'en envisager une «recolonisation» à l'échelle humaine.

Selon les niveaux de radioactivité, quatre types de zones ont été identifiés pour classer les territoires contaminés, à savoir au delà de 40 curies (Ci)/km^2, de 15 à 40 (Ci)/km^2, de 5 à 15 (Ci)/km^2 et enfin de 1 à 5 (Ci)/km^2. Au delà de la zone interdite, selon le niveau de radioactivité mesuré dans l'environnement, la décision de procéder à l'évacuation de la population pouvait être prise. L'évacuation des populations reste un épisode douloureux de cette catastrophe, inauguré avec l'évacuation de la ville de Pripyat, ville nouvelle située à moins de trois kilomètres de la centrale, dotée de toutes les facilités requises pour en faire une vitrine du régime. Ses 45 000 habitants furent évacués en une seule opération ayant mobilisé quelques 1500 bus, 36 heures après l'explosion initiale et alors que l'incendie faisait rage et les niveaux de radioactivité ambiante étaient très élevés. Entre mai et la mi-août 1986, ce seront plus de 70 000 personnes des autres localités de la zone interdite, (villages et fermes collectives) qui seront évacuées.

Pour les zones dont la radioactivité due au césium 137 dépassait les 15 curies/km^2, d'autres décisions d'évacuation interviendront jusqu'en 1990, cette fois en laissant le choix aux habitants de partir définitivement ou pas. Les villages situés dans les zones les plus contaminées pouvaient être frappés d'un arrêté de destruction, les maisons traditionnelles en bois étaient enfouies dans de gigantesques trous creusés à leurs pieds, alors que les bâtiments en dur étaient détruits. Toutefois, là comme dans la «Zona», un certain nombre d'irréductibles (et pas seulement des personnes âgées,) s'obstinent dans leur choix de rester sur les lieux de leur vie et d'y poursuivre cette vie, dure à bien des égards. Depuis les deux ou trois dernières années, ils auraient été rejoints par des personnes fuyant, qui les combats de Tchéchénie, qui d'autres modes de vie insatisfaisants dans les républiques issues de l'Union, et trouvant là une possibilité de sédentarisation. Cette population, de l'ordre de quelques milliers, se livre à une activité agricole de subsistance, insuffisante pour entretenir le sol sur la totalité des zones évacuées. De cet abandon, il résulte une végétation exubérante avec, de façon saisonnière, un risque non négligeable d'incendie.

L'ensemble des zones contaminées, se répartissent entre terres agricoles, forêts et zones marécageuses. Pour l'agriculture, la contamination de l'environnement impose soit l'arrêt de toute activité agricole et la mise en jachère des terres les plus contaminées, soit l'interdiction de commercialiser les produits cultivés des autres zones. L'étendue de la contamination en Bélarus est telle que près d'un cinquième du territoire national est touché et plusieurs dizaines de milliers de kilomètres carrés ont été stérilisés. Sur les zones de moindre contamination, la poursuite d'activités agricoles peut se faire sous stricte surveillance des niveaux de radioactivité des produits ainsi récoltés. Divers programmes de plantation de végétaux spécifiques ont été initiés pour tenter de fixer dans les couches profondes du sol les radionucléides et rendre plus tôt que prévu le sol à une activité agricole restituant ainsi une source de revenus aux populations rurales qui sont restées. Un certain nombre de ces programmes ont trait au développement de l'agro-foresterie, d'une part pour fixer les radionucléides dans le sol et d'autre part pour fournir du bois. Des études menées par l'Union Européenne ont montré que l'utilisation du bois, même contaminé, pour le chauffage, n'entraînait pas d'augmentation significative de la radioactivité.

A travers la reprise des radionucléides par les chaînes alimentaires, que ce soit par la production alimentaire directe ou la consommation de produits de cueillette ou de chasse, se pose la question de l'impact sur l'alimentation et, au delà, de la persistance (ou de l'entretien,) d'une certaine dose d'irradiation interne. A l'heure actuelle, l'essentiel des «zones chaudes» (à radioactivité élevée) sont assez bien connues de la population qui ne va pas (ou peu) y cueillir les fruits ou les champignons sauvages qui, en saison, vont égayer leur régime alimentaire. Ce type de questions pose le problème des doses limites acceptables, problème qui fait encore l'objet de discussions très âpres entre les partisans d'un seuil au delà duquel il n'y aurait plus d'effet mesurables et leurs adversaires qui pensent que toute radioactivité a une traduction en terme de pathologie induite.

La revue des conséquences sur l'environnement ne saurait être complète sans une mention sur deux problèmes qui ont retenu l'attention de nombreux experts mais qui dépassent les compétences de l'auteur de ces lignes. L'un touche à la construction qui recouvre l'épave du réacteur et que chacun connaît par l'appellation de «sarcophage». Construction hybride, résultat de l'union contre nature d'un hangar agricole et d'une cathédrale, il abrite un amas de ferrailles calcinées et tordues et la masse du carburant (irradié ou non et dont la masse est estimée entre 150 et 200 tonnes) restant dans le coeur du réacteur. Il fait l'objet de surveillance attentive d'experts humains auxquels de nombreux

robots ou capteurs automatiques apportent une assistance, et concentre un grand nombre de critiques ou d'interrogations. De durée limitée, comme toute réalisation humaine, il faudra assurément le remplacer un jour ou l'autre, par quoi ? cela pourrait faire l'objet d'une autre publication.

Le risque de contamination du réseau hydrique et de la nappe phréatique constitue l'autre sujet au delà des limites de compétence du soussigné. L'infiltration des radionucléides dans le sol est lente, l'essentiel se trouve concentré dans les quinze à vingt premiers centimètres de profondeur. Le risque de contamination est avant tout lié au «lavage» des radionucléides lors d'inondation; les sédiments peuvent être emportés plus loin et contaminer ainsi d'autres espaces. C'est indéniablement un problème écologique et de santé publique majeur car la population qui s'alimente en eau grâce aux réservoirs naturels de cette région se compte par millions: Kiev se situe à 80 km au sud de Tchernobyl. Des travaux gigantesques de génie civil sont planifiés pour éviter qu'en amont de la centrale les crues de la rivière Pripyat ne lavent les sols et conduisent dans le Dniepr les radionucléides de la zone interdite. Là encore de nombreuses questions persistent quant à la probabilité de tels événements et au coût économique de telles entreprises.

CONCLUSION

Tchernobyl, comme toutes les catastrophes technologiques majeures, aura mis clairement en évidence la responsabilité de l'élément humain dans le déclenchement de ces accidents et leur évolution éventuelle vers le désastre majeur. L'importance des ressources à mobiliser pour en juguler les effets est telle que cela peut mettre en péril les systèmes politiques, voire contribuer à leur chute, surtout si ceux-ci sont déjà fragilisés par d'autres vulnérabilités. Aujourd'hui encore, dans les zones contaminées, il n'est pas rare d'entendre que la catastrophe de Tchernobyl est responsable de l'effondrement de l'Union soviétique.

Près d'une douzaine d'année après l'explosion, il faut se garder de la prétention de tout savoir sur le sujet et tenir des propos définitifs. Il reste énormément d'inconnu quant au savoir que l'on croît acquis, il peut être remis en cause si de nouvelles données faisaient apparaître l'émergence de pathologies nouvelles ou, à l'inverse, si l'apocalypse annoncée par certains ne se produisait pas. Selon le Dr Junod[12], Délégué du CICR au Japon en septembre 1945, après les bombardements d'Hiroshima et Nagasaki, la radio diffusait les commentaires des experts américains: ils s'attendaient à un espace où toute vie aurait été éradiquée pendant septante ans... On mesure aujourd'hui ce que valaient ces prédictions...

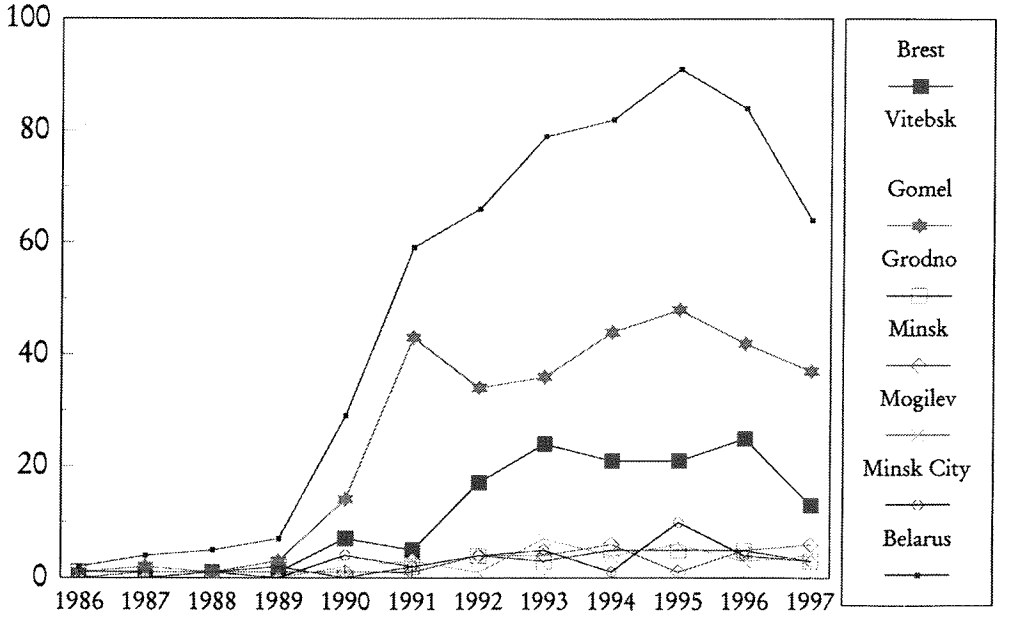
Bien que de nombreuses leçons aient été tirées de ces premières années suivant la catastrophe, il reste encore énormément d'incertitudes à lever et d'interrogations qui subsistent. Des études patientes et rigoureuses, visant à apporter des réponses claires à toutes les questions en suspens, exigeront encore de nombreuses années durant lesquelles la souffrance des populations doit être prise en compte et soulagée. La détérioration du contexte politico-économique sur lequel se déroule cette catastrophe joue indéniablement un rôle de facteur aggravant, dans la mesure où les besoins non satisfaits augmentent sans cesse.

En répondant à des besoins immédiats, l'aide internationale a un rôle bénéfique, mais limité, et peut-être difficile à évaluer à long terme. L'assistance humanitaire, si elle a un rôle à jouer pour soulager les souffrances des populations, ne saurait en aucun cas prendre la place des autorités pour la gestion à court comme à long terme des conséquences de ces catastrophes. Il est capital que les leçons tirées par les uns servent aussi aux autres pour se préparer et prévenir la survenue de nouvelles catastrophes de ce type.

BIBLIOGRAPHIE

1. LECHAT et al., «Disasters and Public Health», in *Bulletin de L'OMS*, Genève, 1979.
2. «One Decade after Chernobyl, the Basis for Decisions, Health Effects», in *Special Issue IAEA Bulletin*, 1996, p 18.
3. Denis BARD, Pierre VERGER, Philippe HUBERT (Département de protection de la santé de l'homme et de dosimétrie, IPSN), «Un bilan des conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl» in *Gazette Nucléaire* 139/140, pp 17-23.
4. P. de WALS et al., «Evaluation of the Genetic Impact of the Chernobyl Accident» (Analysis of the frequency of chromosomal anomalies in 19 EUROCAT Registries from January 1st 1986 to March 31st 1987), *Acta Paediatr. Lat.*, vol. 41,1988, suppl. n° 3, pp. 846 - 854.
5. «Thyroid Cancer in Children after Chernobyl, 1986-1997», data from Prof. E. DEMIDCHIK, Republican Centre for Thyroid Gland Pathology, janvier 1998.
6. «Social and Psychological Consequences of the Chernobyl Accident: an Overview of the First Decade», Professor Terence LEE, School of Psychology, University of St Andrews, in International Conference on «Health Consequences of the Chernobyl and other Radiological Accidents», Genève, nov. 1995.
7. E. Richard STIEHM, «The Psychologic Fallout From Chernobyl» Special Contribution, *AJDC*, vol. 146, June 1992.
8. G. HERIARD DUBREUIL, «Un premier bilan des effets psychiques et sociaux de l'accident de Tchernobyl» in *Radioprotection*, vol. 29, n° 3, pp. 363-376.
9. Abel J. GONZALEZ, «Chernobyl – Ten Years after, Global Experts Clarify the Facts about the 1986 Accidents and its Effects», *AIEA Bulletin*, vol. 38, n° 3. Vienne, Autriche.
10. Mira M. KOSSENKO, «Cancer Mortality in the Exposed Population of the Techa River Area» in *World Health Statistics quarterly*, n° 49, 1996, pp. 17-21.
11. «The International Chernobyl Project, an Overview» Assessment of radiological consequences and evaluation of protective measures, Report by an International Advisory Committee, IAEA, Vienne, 1991.
12. Marcel JUNOD, *Le troisième combattant*, Comité International de la Croix-Rouge Publications, Genève, 1989.

Cancers de la thyroïde chez l'enfant après Tchernobyl



Comprendre Tchernobyl Résistances à un défi épistémologique

Jean ROSSIAUD

I. UNE CATASTROPHE GLOBALE ET «EN DEVENIR», UN DÉFI AUX THÉORIES DE LA COMPLEXITÉ

Nous partons de l'hypothèse que la catastrophe de Tchernobyl est un événement sans précédent parmi les catastrophes technologiques contemporaines. De par l'ampleur, la nature et la durée de ses conséquences, elle est généralement qualifiée d'*accident majeur*[1]. Cependant, la catastrophe de Tchernobyl n'est pas un accident technologique majeur «comme les autres». Elle se distingue tant des catastrophes dites «naturelles» que de la plupart de celles dites «technologiques». En effet, l'impact sur l'environnement, sur la santé et sur les structures sociales des catastrophes que l'on nomme «naturelles»[2] peut être dramatique, mais la science contemporaine est en mesure d'en prédire la plus grande partie des effets dans le temps et dans l'espace. Les catastrophes technologiques – comme celles de Seveso ou de Bophal – sont à ce point de vue beaucoup plus problématiques et leurs conséquences nous ouvrent déjà bien davantage à la nécessaire prise en compte de l'incertitude. Une catastrophe nucléaire telle que celle de Tchernobyl nous plonge, quant à elle, encore plus profondément dans l'incertitude, car elle échappe définitivement[3] aux schémas prédictifs. Personne, en effet, ne peut dire aujourd'hui quels seront les effets à court, moyen ou long terme de la diffusion d'éléments radioactifs, qui, comme le plutonium par exemple, possède une demi-vie de 24 000 ans.

Il n'est donc pas imprudent de partir de l'hypothèse qu'une grande partie des effets indésirables de la catastrophe nous attend encore. Ainsi, à mon sens, la catastrophe de Tchernobyl pose à l'humanité un problème inédit: celui des *catastrophes en devenir*[4].

La science contemporaine ne semble pas être en mesure aujourd'hui de relever le défi que constitue la compréhension globale et dynamique d'un tel événement, dont les conséquences rétroagissent en permanence sur l'ensemble des systèmes (physico-chimiques, biologiques et anthropo-sociaux) et contribuent à leurs transformations. En effet, il n'existe actuellement, à notre connaissance, aucun modèle de compréhension intégrée, qui puisse être non seulement *holiste*, mais qui permette également de combiner entre elles les recherches disciplinaires et spécialisées les plus hétérogènes. En d'autres termes, nous ne savons pas comment aborder les problèmes que posent l'imbrication et la rétroaction de processus *dynamiques* les plus divers, de la diffusion des particules radioactives à celle des normes du droit international en passant par les déplacements de populations et les «épidémies de stress et de dépression», dans une approche effectivement transdisciplinaire. Et pourtant, seule une telle approche, permettant une action cohérente dans le temps et dans l'espace, ou plutôt dans les divers espaces/temps créés par la catastrophes, permettrait d'agir efficacement contre ses effets les plus négatifs sur la santé et l'environnement.

II. TCHERNOBYL: UN ÉVÉNEMENT HISTORICO-MONDIAL

1. Un concept fédérateur: la notion d'espace/temps

La catastrophe de Tchernobyl nous porte à *situer* nos observations dans des espaces et dans des temps multiples et à réexaminer les concepts même d'espace et de temps.

En effet, les éléments radioactifs libérés par l'explosion du réacteur IV de la centrale, le 26 avril 1986, étaient de nature très différents les uns des autres. Leurs effets sur la santé et sur l'environnement dépendent non seulement de leur type de rayonnement (alpha, bêta, gamma) et de leur isotope, mais également de leur période (demi-vie) et de l'état (solide, liquide, gazeux) dans lequel ils ont été diffusés.

La force et la direction des vents, les lieux où il a plu, et en particulier le type de sol, qui induit des concentrations différentes de produits dans la flore et dans faune, le type même de flore et de faune, les niveaux antérieurs de pollution chimique ou radioactive de l'écosystème, qui pourraient produire des effets combinés, la structure des populations animales et humaines, les habitudes culinaires et le niveau de formation des habitants, leur rapport au risque et à la fatalité, sont également primordiaux pour étudier précisément, en fonction du lieu et du moment, les répercussions sur l'environnement et la santé.

Les déplacements (puis les retours éventuels) de populations, les politiques de gestion de la catastrophe, les implications sur la géopolitique et les relations internationales, en particulier dans les rapports Est-Ouest dans le domaine de la sécurité et de la responsabilité internationale, mais également quant aux normes internationales en matière d'énergie atomique, le rôle important joué par les Organisations internationales (OMS, AIEA, ONU, UNESCO, etc.) et les ONG internationales et locales dans la construction des «nouvelles Républiques» et de leur société civile, la capacité des victimes à se constituer en sujets de droits et en acteurs collectifs; la crise de confiance planétaire de l'opinion publique face à l'utilisation – même pacifique – de l'énergie nucléaire, toutes ces conséquences quoiqu'indirectes sont pourtant induites par la catastrophe et, par rétroaction, en changent la nature.

Si la *compréhension* de la catastrophe de Tchernobyl en appelle à toutes les disciplines de la physique au droit international, de la médecine à l'éthique, de la biologie aux disciplines de l'administration publique, la *gestion* de la catastrophe nous met devant l'obligation de trouver des modèles transdisciplinaires qui prennent en compte la combinaison d'espace et de temps divers, morcelés, discontinus.

Dans leur majorité, les praticiens des sciences biologiques et physico-chimiques et, dans une moindre mesure, des sciences de l'homme et de la société sont désormais conscients de cette nécessité; ils négligent cependant le plus souvent d'insérer leurs recherches empiriques et théoriques dans un cadre de référence spatio-temporel suffisamment large. Il est vrai que la science positiviste s'était ingéniée, tout au long de la modernité pré-relativiste, à disjoindre les concepts d'espace et de temps[5].

Les recherches épistémologiques autour des concepts d'événements et de système, en particulier au sein des théories dites de la complexité, nous semblent les plus aptes à répondre aujourd'hui à ce défi. En premier lieu, il nous paraît important de reconsidérer – avec Edgar Morin – la notion d'événement et, en second lieu, de «repenser» la science et en particulier les sciences sociales, à la suite de Wallerstein, à travers la revalorisation du concept d'*espace-temps* (*TimeSpace*); de ce point de vue, nous trouvons heuristique de considérer la catastrophe de Tchernobyl comme un événement «historico-mondial», qui contribue emblématiquement à transformer l'ensemble des grandes catégories d'espace-temps.[6]

Il s'agit alors, comme le prônent depuis plus de vingt ans maintenant les défenseurs

des théories de la complexité, de réhabiliter la notion d'*événement*, en tant qu'elle permet de saisir la cristallisation, à un moment donné, d'un *système* situé dans le temps et dans l'espace, système en *évolution* selon des logiques propres *dans le temps et dans l'espace*[7].

Replacer le concept d'espace-temps et le macro-concept «événement / système / évolution» au centre de la connaissance sur l'évolution des effets de la catastrophe, permettrait peut-être de trouver un principe fédérateur à une multitude de recherches partielles, disciplinaires, spécialisées, qui, gagneraient en intérêt à être organisées les unes par rapport aux autres; cette «mutation» épistémologique permettrait aux chercheurs de s'ouvrir plus amplement à la pluridisciplinarité, puis à l'interdisciplinarité, voire à développer ensemble des concepts et des outils transdisciplinaires.

2. Un événement: cristallisation de l'émergence d'un système

Avant de considérer la catastrophe de Tchernobyl comme un événement historico-mondial, puis de proposer une typologie des espaces/temps «ouverts» par la catastrophe, arrêtons-nous sur l'idée qu'un événement historico-mondial est tout d'abord, évidemment, un *événement*, c'est-à-dire un fait ou un phénomène *singulier, dans le temps et dans l'espace*. L'événement avait été chassé du domaine scientifique par le positivisme, aussi bien dans les sciences physico-chimiques que dans les sciences de l'homme et de la société[8]. Dans le paradigme positiviste, il n'y a de science que du général. Pour se construire une identité face à l'histoire événementielle, la sociologie, Durkheim en tête, avait récusé le récit historique fondé sur une succession d'événements. Puis, les historiens eux-mêmes, ceux de l'Ecole des Annales, et Braudel en particulier, s'ingénièrent à ensevelir l'événement, pour révéler les phénomènes de longue et de moyenne durées[9].

Or, la révolution scientifique que connut la *cosmophysique* a remis en cause, *d'une part*, les concepts centraux *d'espace et de temps* qui, disjoints dans le paradigme positiviste, se trouvent aujourd'hui confondus dans l'unique concept d'espace/temps et, *d'autre part*, la conception même de *l'univers* et donc de l'universel. Celui-ci est désormais conçu comme un système en dispersion constante (second principe de la thermodynamique), issu d'un événement unique (*big bang*). L'universel devient donc singulier. L'univers n'obéit plus à des lois déterministes, mais probabilistes, et la physique, puis la biologie génétique, rendirent possible l'émergence d'une science de l'autonomie des systèmes, conçue comme science de l'organisation. Cette option s'inscrit dans la valorisation de l'idée de *système*, dans les années 1960 et 1970[10].

Dans un débat qui s'enlisait dans les oppositions soit entre histoire (ou développement) et structure[11] soit entre hasard et nécessité[12], le *néo-événementialisme*, selon l'expression de Le Roy Ladurie qui précède ici les théoriciens de l'auto-organisation, apporte une contribution significative aux sciences sociales et humaines. Comme le résume Morin:

> «*le nouvel événementialisme n'a de sens que dans et par rapport à un système de référence.* Autrement dit, la relation système – événement devient le problème central. Entre la structure et l'histoire, il y avait un vide infini, lamentable... Ce vide peut être, doit être rempli par le système (lequel englobe la structure, qui constitue l'invariant du système) et l'événement. De fait, la considération de l'événement nous introduit indissolublement à un *systémisme* (seulement ébauché ici et là dans la théorie des systèmes) et à une science de l'évolution.»[13]

Dans cette perspective, le concept d'événement rend possible l'appréhension de la dialectique entre l'universel et le singulier; elle permet de garder à l'esprit que les lois

(universelles) d'un système singulier ne sont universelles *que* pour ce système singulier.

Morin, dans les deux premiers tomes de *La méthode* a contribué à faire migrer cette nouvelle conception de l'«événementialité de l'universel», de la physique et de la biologie aux sciences de l'homme et de la société, dans ce qui a pu être nommé une «sociologie historique du présent», inspirée de «l'histoire immédiate»[14].

La réflexion sur l'événement immédiat, sur «l'histoire en train de se faire» ouvre la structure et le développement, la sociologie et l'histoire, les unes aux autres et place la notion d'*incertitude* au coeur de l'épistémologie des sciences humaines et sociales. Par son objet même d'analyse, la sociologie du présent et l'histoire immédiate décloisonnent les autres disciplines et postulent l'inter- voire la transdisciplinarité[15]. En étudiant les phénomènes de morphogenèse, c'est-à-dire de l'émergence du nouveau, elles remettent par ailleurs en cause les systèmes explicatifs clos, qui tendent par définition à ramener l'événement concret (nouveau, vivant) dans le cadre abstrait d'une théorie préexistante. C'est dans cet esprit que nous nous attachons à comprendre les effets de la catastrophe de Tchernobyl.

3. Historico-mondial: la création d'un nouvel univers en évolution

Si «l'histoire en train de se faire ne peut se situer que dans une dialectique passé-présent-futur»[16], c'est qu'il faut mettre en relation trois concepts ou créer un macro-concept[17] *événement / système / évolution.* Dans notre problématique, ce macro-concept nous permet de poser l'hypothèse suivante: un *événement* historico-mondial survient avec la catastrophe de Tchernobyl; il est l'un des catalyseur de l'émergence d'un *système* anthropo-social nouveau; nous qualifions ce système de «modernité de l'incertitude»[18]; la morphologie (les structures) du nouveau système ouvre sur un niveau de complexité supérieur aux systèmes antérieurs. Ce système s'inscrit dans l'*évolution* des systèmes complexes depuis le *big bang* originel jusqu'aujourd'hui, en passant par l'émergence de la vie, puis des sociétés anthropo-sociales. C'est dans ce système moderne – en *évolution* permanente – qu'il faut intégrer des événements historico-mondiaux majeurs en 1986-1990, symbolisés, dans le domaine technologique et épistémologique, par la catastrophe de Tchernobyl et dans le domaine politique par la chute du mur de Berlin et de la fin de l'URSS.[19]

Voyons maintenant comment la catastrophe de Tchernobyl peut être considérée comme un événement historico-mondial, concept emprunté au socio-historien[20] Immanuel Wallerstein, qui tout en partant d'un autre univers théorique, a contribué également de manière significative à la réhabilitation des concepts d'*événement* et de *système*. En fait, Wallerstein étend la notion d'économie-monde développée par Braudel[21], en insistant sur le caractère systémique du «phénomène spatio-temporel total» qu'est le «système mondial»; pour ce faire, il s'appuie sur la notion centrale d'événement, la Révolution française figurant comme l'événement historico-mondial majeur, catalyseur du système capitaliste[22] qui s'étendra désormais sur l'ensemble de la planète.

Cette nouvelle perspective repose sur le concept global d'*espace-temps*[23]. Elle met cependant en évidence l'idée qu'un *événement* peut cristalliser tous les fonctionnements d'un *système* (événement-symptôme de la psychoanalyse ou de la socio-analyse[24]), et qu'il contribue en retour à modifier les structures d'une société (événement-révolution des historiens[25] ou événement-catastrophe ou «bifurcatoires» des mathématiciens[26]).

Parler d'événement historico-mondial au sens de Wallerstein, c'est en quelque sorte en appeler également à la métaphore du *big bang* et, ainsi, à une cosmologie sociale (une *Weltanschauung*)[27] qui s'inscrit dans la cosmologie physico-chimique contemporaine.

Il faut bien sûr garder conscience du caractère «métaphorique», «symbolique»,

des événements en question et considérer un événement comme un moment synthétique ou catalytique, effet d'un faisceau de causalités multiples, dont chacune connaît un rythme propre et est enracinée dans la moyenne et la longue durée qui la précède et qui la suit. Mais – que l'on nous comprenne bien – la notion d'événement ne peut pas être conçue uniquement comme métaphorique. Les événements – dans la théorie systémique complexe – sont à considérer, dans leur interrelation, comme «moments» d'une morphogenèse, comme créateurs d'une nouvelle émergence systémique possible.

Cependant, l'étude de la catastrophe de Tchernobyl comme événement historico-mondial, nous pose un problème supplémentaire, par rapport à l'étude de la Révolution française, par exemple. En effet, si Wallerstein a pu insister sur l'importance de «1789» comme événement historico-mondial en fondant son argumentation *a posteriori* sur un débat bicentenaire, il ne sera pas possible d'observer la même démarche pour «1986» et «1989-1990», puisque le système mondial que nous voulons analyser se met en place sous nos yeux: il relève, nous l'avons dit, de l'*histoire immédiate* et de la *sociologie du présent.* De plus, l'aspect dramatique de la catastrophe et l'urgence avec laquelle il faut répondre aux questions théoriques et aux problèmes médicaux, sociaux et environnementaux, dont la résolution dépend, est peu propice à une réflexion dont l'enjeu est la reformulation des fondements mêmes de la science contemporaine[28].

La question de savoir en quoi les événements de 1986-1990 et, en particulier pour ce qui nous concerne ici, la catastrophe de Tchernobyl, peuvent être considérés comme des événements historico-mondiaux ou en quoi il sont, à l'instar de la Révolution française de 1789, générateurs d'une mutation sans précédent dans le système mondial moderne, relève d'une analyse de l'*espace-temps structurel.*

Mais avant d'aborder directement cette question, il me semble préférable de présenter, en me fondant en partie sur les catégories développées par Braudel, puis par Wallerstein, une typologie de cinq espaces-temps: cosmique, anthropo-cosmologique, structurel (mondial-moderne), conjoncturel (l'après-guerre froide ou la moNdernité), événementiel.

C'est à Braudel que l'on doit la distinction entre les temps événementiel, conjoncturel, structurel et le temps des «sages» (anthropologique) et à Wallerstein[29] leur définition non plus uniquement de manière temporelle, mais en terme d'espace-temps (*TimeSpace*). J'ai conservé cette typologie, en en modifiant quelque peu le contenu. J'ai rajouté un «espace-temps cosmique», qui m'est apparu dans la problématique même soulevée par les effets des radiations.

III. LES MULTIPLES ESPACES-TEMPS DE LA CATASTROPHE

1. L'espace-temps cosmique

Le *temps cosmique*, qui est celui de l'effet des *radiations* induites par la catastrophe, pourrait être conçu comme un temps quasi éternel. En effet, il est possible de parler d'éternité (en termes civilisationnels et humain, qui constituent la seule référence possible de la science et de la connaissance humaine), puisque la radioactivité ne disparaît théoriquement jamais. Le plutonium ayant une demi-vie de 24 000 ans, cela signifie que dans 24 000 ans il aura perdu la moitié de sa radioactivité, dans 48 000 ans il ne lui en restera plus qu'un quart, dans 96 000 ans il lui en restera encore un huitième, dans 192 000 ans un seizième, etc.

L'*espace* qui correspond à ce temps-là est, à la limite également, l'espace en dispersion du cosmos; cependant, l'espace-temps cosmique qui par hypothèse tend à l'infini, a des caractéristiques très différentes selon les radioéléments diffusés par la catastrophe[30]. En effet, tous les radioéléments n'ont pas une demi-vie (une période) aussi longue que le plutonium et chaque élément, ou plus précisément chaque isotope, connaît sa propre période

(temps) et sa propre logique de diffusion (espace); celle-ci dépend également de leur état (solide, liquide ou gazeux), de leur concentration et de l'éco-système dans lequel ceux-ci se diffusent.

Ainsi, les doses de radioactivité, après un laps de temps qui n'a parfois rien d'éternel, peuvent être extrêmement faibles, ce qui ne dit encore rien de leur impact. En effet, et il s'agit peut-être du point théorique le plus importants dans la recherche contemporaine sur les effets des radiations, personne ne peut aujourd'hui certifier que les *faibles doses* ne constituent aucun danger sur la santé et l'environnement; les études à ce propos sont très contradictoires et controversées.

2. L'espace-temps anthropo-cosmologique

Des invariants dans les structures qui constituent, au-delà des cultures, *l'identité de l'espèce humaine*, peuvent être définis, après Levi-Strauss, comme de nature «anthropologique». Une catastrophe nucléaire (et en particulier ses conséquences possibles en matière de mutations génétiques) pose de manière universelle, dans les domaines du conscient ou de l'inconscient, les questions anthropologiques de l'identité de l'espèce humaine et des autres espèces vivantes[31], de la place de l'homme dans la nature et le cosmos, de son pouvoir prométhéen et de la culpabilité (de la colère des Dieux?) qui en découle.

Les caractéristiques anthropologiques de l'humanité ne s'actualisent qu'au travers de codes culturels spécifiques, qui les organisent entre autre dans des cosmologies. Schématiquement, ces cosmologies font appel au mythe (sociétés archaïques), au récit religieux (sociétés traditionnelles) ou au récit scientifique (sociétés modernes), mais dans la réalité historique, c'est bien l'emboîtement de ces différents types de cosmologies qui se donne à observer. De plus, les sociétés contemporaines sont culturellement fortement métissées; l'actualisation des invariants anthropologiques obéit alors à un «bricolage» individuel et collectif, qui s'exprime de manière spécifique dans chaque société observée et qui se laisse peu simplifier à deux ou trois structures ethnologiques.

L'espace qui correspond à ce temps anthropo-cosmologique est l'espace occupé par l'humanité sur la planète (c'est-à-dire aujourd'hui *tout* l'espace planétaire), dans la discontinuité géographique des différentes cultures qui l'habitent.

3. L'espace-temps structurel: le système mondial moderne

Nous sommes ici dans la longue durée, décrite par Braudel et dans l'espace-temps structurel proposé par Wallerstein: le temps de la structure de l'économie-monde (Braudel) ou du système capitaliste mondial (Wallerstein); je préfère quant à moi employer le terme de «système mondial moderne». En effet, il me paraît important de signifier clairement que le système qui se met en place entre le XIVe siècle (Renaissance) et le XVIIIe siècle (Révolution française) n'est pas seulement économique (ou capitaliste), mais «civilisationnel» (moderne) et qu'il porte en lui la mondialisation.

C'est à ce niveau-là que l'on peut parler de la catastrophe de Tchernobyl comme d'un «événement historico-mondial» en effectuant l'hypothèse qu'il s'agit bien d'un moment emblématique de la transformation de la structure épistémique et sociale du système mondial. La catastrophe de Tchernobyl, parce qu'elle est fondamentalement «ingérable», est l'un des événements qui inscrit la réflexion contemporaine dans une transition entre la «modernité du déterminisme», héritée du rationalisme, du positivisme et du scientisme des Lumières et la «modernité de l'incertitude».

Ce nouveau paradigme – celui de l'incertitude – s'actualise dans l'ensemble des institutions de la modernité, la renouvelant en la radicalisant. Pour ce qui nous intéresse plus spécifiquement ici, c'est-à-dire les implications

de la catastrophe sur la Science, la Technologie et la Politique moderne, la catastrophe opère une critique radicale du progrès tel qu'il pouvait être défendu par une majorité de scientifiques, d'ingénieurs et de politique.

La critique du progrès et de l'innovation technologique non maîtrisée quitte le giron des philosophes et des éthiciens et en vient à être prise en compte par les techniciens et les gestionnaires, dont le rôle est de répondre aux conséquences d'un accident qui, selon leurs critères, *ne pouvait pas se produire.*

En d'autres termes, ce niveau d'analyse met en relief l'idée que la catastrophe est un «lapsus civilisationnel»[32] (qui, probablement, ne sera pas unique) devant nous permettre de refonder une épistémologie et une pratique séculaires, sous peine de prendre le risque de voir l'humanité disparaître.

Par ailleurs, avec la catastrophe de Tchernobyl, la notion de *sécurité*, qui relevait des Etats (sécurité de l'Etat) et de l'analyse conjoncturelle (cf. infra) passe avec la catastrophe de Tchernobyl au niveau structurel du «mode de développement» du système mondial moderne. Elle participe ainsi du processus de mondialisation et se caractérise par une interdépendance accrue des Etats de la planète: les risques pris par les uns mettent en danger la sécurité de tous les autres.

L'espace qui correspond à ce «temps long» est donc aujourd'hui, à l'heure de la moNdernité (cf. infra), l'espace planétaire.

4. L'espace-temps conjoncturel: l'après guerre froide et la MoNdernité

Le temps conjoncturel ou la «moyenne durée» dans le vocabulaire de Braudel ou de Wallerstein, est, en ce qui concerne la catastrophe de Tchernobyl, celui de l'effondrement du système soviétique et de la fin de la bipolarité.

J'ai proposé le néologisme de *moNdernité*[33] pour qualifier positivement cette période qui révèle l'imbrication, toujours plus grande depuis les événements historico-mondiaux de 1986-1990, du moderne et du mondial, qui constitue, à mon sens, une «bifurcation» dans l'évolution (ou une rupture dans la continuité) de ce «système mondial moderne». La nouvelle forme que prend ce système mondial, est, comme la précédente, celle d'un système national / mondial hiérarchisé[34], entre différents centres et leurs périphéries. L'espace temps de l'après-guerre froide ouvre sur un «monde» transitoire et instable à l'échelle planétaire, qui n'a pas encore trouvé sa cohérence.[35]

Que la catastrophe de Tchernobyl ait contribué, au moins indirectement, à l'affaiblissement du système soviétique et, ainsi, à sa décomposition est un élément à prendre en compte à ce niveau d'analyse. Dans l'URSS finissante, la catastrophe discrédite, d'une part, les scientifiques et techniciens, qui jouissaient jusqu'alors d'une estime importante; elle discrédite définitivement, d'autre part, les politiques et gestionnaires, sur lesquels les Soviétiques se faisait peu d'illusions, mais qui surprirent par leur cynisme et leur incompétence), la presse, qui étrennait sa récente libéralisation (la *glasnost* débute l'année précédente) et les organisations de la société civile qui, en renaissant spontanément, pallient tant bien que mal les incuries de l'administration, donnent sans le vouloir expressément un coup d'accélérateur dans la transformation du régime finissant.

Par ailleurs, au niveau conjoncturel, un autre élément est déterminant, quant aux politiques de gestion de la catastrophe: la dissolution de l'Union soviétique a pour conséquence le transfert des compétences, en matière d'assistance aux personnes irradiées et de réhabilitation, aux trois nouveaux Etats indépendants et, en particulier, à l'Ukraine (où est situé Tchernobyl) et à la Biélorussie (qui, par le hasard des vents, reçoit la plus grande part de la radioactivité).

De plus, sous l'angle géostratégique, l'Ukraine possède en Tchernobyl un atout dont elle joue à merveille: en effet, la catastrophe de Tchernobyl doit être considérée comme une catastrophe mondiale non seulement parce

que les radiations et leurs nuisances ne connaissent pas de frontières, mais également parce qu'elle aura fait prendre à l'ensemble de l'humanité conscience du danger planétaire que constitue le nucléaire et, au-delà, de toute technologie non maîtrisée. Les puissances mondiales et le G7 ont posé l'exigence de la fermeture de la centrale tout autant pour des raisons symboliques que de sécurité (pourquoi celle-ci et pas une autre ?). La fermeture se monnaie et place l'Ukraine dans une position de négociateur que la Biélorussie, par exemple, et alors qu'elle a subi de plus grandes nuisances, ne possède pas.

Enfin en Ukraine, en Biélorussie et en Russie, la catastrophe fut au centre des préoccupations d'une société civile en formation dans l'URSS finissante et la contribution des écologistes ukrainiens (*Zeleni Zvit*) à la fragilisation de l'ancien régime et à la construction du nouveau régime ne peut pas être considérée comme négligeable.

5. L'espace-temps de l'événement: un événement catalytique

L'espace-temps de l'événement est probablement le plus difficile à établir ou, pour le dire autrement, le type d'espace qui relève peut-être le plus directement du choix arbitraire de l'observateur.

S'il n'est pas trop risqué de dater le début de l'événement du moment où survint la catastrophe, c'est-à-dire le 26 avril 1986, la question de savoir à quel moment nous quittons l'espace-temps événementiel, à quel moment l'approche événementielle doit laisser la place aux autres approches spatio-temporelles que nous avons décrites plus haut, cette question est évidemment idéologique et politique.

Pour les autorités en place, la catastrophe n'a duré que quelques jours, puis nous sommes passés à la «réhabilitation» et la «décontamination», phases dont la dénomination même insinue que nous nous trouvons dans l'après-Tchernobyl, dans la gestion d'un événement relevant du passé.

Comment accepter ce raisonnement alors que nous sommes convaincus qu'il s'agit bien d'une catastrophe *durable* et, nous l'avons dit, *en devenir*? Comment dater la fin de l'événement ? C'est-à-dire comment clore un espace-temps qui soit empiriquement observable ? Ou encore, comment délimiter l'ensemble des micro-événements qui constitueraient conjointement «l'Evénement Tchernobyl» ?

Combien de temps les nuages ont-ils conservé leur radioactivité ? La pose du sarcophage qui, d'après les autorités soviétiques, signifie la maîtrise du sinistre, n'empêche pas qu'une partie non négligeable de la radioactivité continue à s'échapper du site. Le temps que vont prendre les radioéléments pour contaminer les nappes phréatiques, la flore et la faune est indéterminable. Comment pourra-t-on déterminer quels sont, parmi les prochains cancers, ceux induits par la catastrophe, et comment alors verser une réparation aux victimes ?

De plus, les nuages sont capricieux dans leur course et les pluies qui ont éclaté donnent de l'espace une cartographie en taches de léopard, qui entérine, paradoxalement, la discontinuité de l'espace et du temps.

Il ne s'agit pas ici de répondre à toutes ces interrogations, mais peut-être simplement de souligner que l'événement fonctionne ici comme catalyseur de la conscience de la transformation des deux temps précédents, et nous pose vertigineusement les questions de l'indétermination, du hasard et de l'incertitude.

Wallerstein propose un espace temps supplémentaire: le *kaïros*[36], un temps qualitatif, normatif (voire théologique), par opposition au *chronos* quantitatif: c'est le temps de la crise du système, de la transition; le temps d'un choix qui ouvre un espace transformationnel. J'ai opté de ne pas développé ici ce temps «normatif», mais mon appel répété à la prise en compte d'un nouveau paradigme épistémique et social s'inscrit peut-être à mon insu dans cet espace-temps-là.

IV. CONCLUSION

Après douze ans, la recherche sur les conséquences de la catastrophe de Tchernobyl n'en est qu'à ses balbutiements. D'autant plus que, face à la nécessité d'aborder les problèmes en construisant un nouveau paradigme, se dressent des résistances multiples et particulièrement lourdes. Nous allons, en conclusion, présenter brièvement deux types d'obstacles: premièrement, des obstacles psycho-idéologiques et culturels et, deuxièmement, des obstacles de type épistémologique.

1. Pronucléaires vs anti-nucléaires

Une première limite concernant la formulation à la fois complexe et nuancée des questions soulevées par la catastrophe de Tchernobyl réside sans aucun doute dans les *a priori* psycho-idéologiques et culturels des chercheurs.

Les différents schémas cognitifs auxquels chacun se réfère pour délimiter, décrire et comprendre un objet d'étude sont d'une rigidité impressionnante quand on en vient à examiner une question inévitablement émotionnelle, puisqu'elle touche à la survie de l'humanité et de la planète. Et les scientifiques n'y échappent pas, qui, comme tout un chacun, peuvent réagir à *l'angoisse*, soit par une défiance paralysante, soit par une confiance aveugle, qui confine à la fuite en avant. Ils peuvent ainsi répondre par l'anathème ou le ricanement à tout discours dérangeant, qu'ils aient choisi le camp de la Raison d'Etat (ou celle du Capital) et de ses experts ou celui de la société civile transnationale et de ses contre-experts, tout aussi assermentés.

Il n'est ainsi presque jamais possible de se mettre d'accord sur les faits, sur les méthodes permettant de les isoler, et *a fortiori* sur des modèles de compréhension capables de transcender les schémas épistémologiques, émotionnels, idéologiques et culturels.

De fait, la catastrophe de Tchernobyl entraîne un déplacement du débat idéologique entre partisans et adversaires de l'énergie nucléaire, évolution que les protagonistes n'ont pas encore totalement perçue. Cela rend plus que jamais nécessaire la résolution pacifique et démocratique du «conflit nucléaire» et les groupes de recherches pluridisciplinaires sont à cet égard des lieux extrêmement importants. En effet, les «pro-nucléaires» ne peuvent plus éviter le débat en proclamant qu'un accident est impossible ou que ses conséquences seraient dérisoires. Ils sont aujourd'hui conduits à reconnaître que le nucléaire est un pari technologique à haut risque que l'humanité (ou chaque Etat ?) est amené à prendre ou à refuser. Le nucléaire devient à leurs yeux un risque justifié.

Symétriquement, Tchernobyl oblige également les «antinucléaires» à modifier leur perception. En effet, qu'on le veuille ou non, le monde est aujourd'hui fortement nucléarisé. Et même si l'abandon immédiat du nucléaire civil et militaire était réalisable, il reste, pour des dizaines de milliers d'années, à gérer le *moins dangereusement possible*, les matériaux et des équipements dont nul aujourd'hui ne peut prédire avec certitude l'évolution. Etre «antinucléaire» après la catastrophe de Tchernobyl, implique ainsi non seulement de s'opposer à toute nouvelle installation, mais également de s'associer aussi bien à la politique énergétique qu'à la prévention et à la gestion de catastrophes, que l'accident de Tchernobyl force à concevoir.

De plus, une aspect plus culturel qu'idéologique mérite d'être relevé. Les *a priori* idéologiques quant à l'énergie nucléaire se présentent d'une manière différente à l'Ouest et à l'Est, et en particulier en Ukraine[37]. Les événements politiques qui ont suivi la catastrophe – et dont on la tient pour en partie responsable – l'ont rendue en quelque sorte «orpheline»: ceux qui en portent la responsabilité ont disparu (l'URSS, le système soviétique), ainsi, si Tchernobyl est un symptôme, il semble n'interpeller ni l'industrie nucléaire, ni le jeune Etat ukrainien. Cependant, les opposants au nucléaire, occidentaux notamment,

voient dans Tchernobyl *la* catastrophe par excellence. Il en font une question de société emblématique, l'occasion ou jamais de condamner le nucléaire en prouvant que la catastrophe interdit toute vie digne de ce nom et que le nucléaire constitue un risque «inassumable» pour l'humanité.

Cependant, nous l'avons dit, le simple fait que la centrale de Tchernobyl soit située sur territoire ukrainien donne à l'Ukraine face à l'opinion mondiale une place spécifique, dont l'ambivalence reste la principale caractéristique. Bouc émissaire de la rationalité technocratique, victime expiatoire mise au ban des Etats nucléarisés (par les autres Etats parmi les plus nucléarisés comme la France et les Etats-Unis), l'Ukraine est aujourd'hui également le «peuple élu», par l'ironie maligne de l'Histoire, pour contribuer à faire advenir une société fondée sur la responsabilité collective (mondiale) plutôt que sur la logique technocratique (nationale).

Pour ceux qui défendent ce point de vue, le fait que les Ukrainiens, même embourbés dans des difficultés économiques quotidiennes, n'aient pas pour priorité absolue de fermer une centrale de triste mémoire, apparaît d'une telle «déraison» qu'ils ressentent cette position comme une «trahison» envers l'humanité dans son ensemble. Dans l'imaginaire contemporain en effet, il n'est aujourd'hui pas possible d'évoquer l'Ukraine sans penser aussitôt à Tchernobyl et cette «malédiction» pèsera encore pour des décennies sur la destinée du jeune Etat. Parallèlement, sous l'angle géostratégique, l'Ukraine possède en Tchernobyl un atout dont elle cherche à tirer profit. Et c'est là toute l'ambivalence de son statut de victime.

De plus, si l'on en croit les sondages réalisés sur place, la crise économique ukrainienne – dont la catastrophe elle-même est l'une des causes – semble ramener aujourd'hui au second plan les préoccupations liées aux conséquences à moyen et long terme de la catastrophe. Cependant, il serait à notre avis erroné d'en conclure trop hâtivement que les Ukrainiens ont «raisonné» leur angoisse des premières années, le refoulement de l'inacceptable et de l'inconcevable étant une des manières les plus communes de réagir à l'angoisse.

Que les Ukrainiens le veuillent ou non, qu'ils acceptent ou refusent de le croire, la catastrophe de Tchernobyl, qui grève déjà chaque année une partie importante, voire littéralement incalculable, du revenu national, ne fait que commencer.

2. Problèmes épistémologiques: les limites de la pluridisciplinarité

Une deuxième limite quant à la formation d'un paradigme transdisciplinaire se rencontre dans la culture même des chercheurs, formés généralement exclusivement à l'intérieur d'une discipline scientifique. Ainsi, le discours pluridisciplinaire se trouve gêné par les carcans conceptuels construits dans les disciplines. La difficulté est double. *En premier lieu*, elle réside dans le fait qu'il faudrait, à l'intérieur d'une équipe véritablement pluridisciplinaire, se désinhiber – «s'oublier» soi-même – et «désobéir» aux disciplines, s'en référer *au niveau infra-disciplinaire* qui permet de s'écouter, puis s'en retourner chacun à sa discipline, riche de nouveaux fragments de savoir. *En second lieu*, il est nécessaire de porter sur notre objet d'étude *un regard trans-disciplinaire* qui permette à la complexité d'être prise en compte.

De toute manière, l'ampleur de la tâche de synthèse est considérable, tant l'immense majorité des travaux reste focalisée sur des aspects de la catastrophe très limités dans le temps et dans l'espace, ainsi que dans le champ d'investigation. Parmi l'ensemble des retombées de l'accident, les plus préoccupantes concernent la santé des personnes exposées aux rayonnements ionisants[38]. Les effets physiques engendrés par l'exposition des individus aux rayonnements ionisants ont été également largement étudiés.

Différents travaux montrent cependant que les conséquences de la catastrophe de Tchernobyl affectent toutes les dimensions de la vie humaine (bio-organique, psychique, économique et sociale) et qu'elles se caractérisent par leur étroite interrelation. Néanmoins, ces études étant le plus souvent très spécialisées, elles ne permettent généralement pas une appréhension globale des effets de la catastrophe sur les populations concernées, ce que notent du reste certains auteurs[39]. En effet, non seulement l'état des connaissances sur les conséquences dans les disciplines concernées est partiel, mais il manque par ailleurs une compréhension globale des effets de l'accident sur la santé des populations touchées.

Il est du reste souligné à plusieurs reprises dans les rapports des organisations internationales spécialisées que la réponse à de nombreux problèmes engendrés par la catastrophe – scientifiques, politiques, sociaux ou plus largement humains – requiert l'adoption d'une approche globale, apte à saisir les phénomènes engendrés dans leur complexité[40]. Pourtant, ces appels à des programmes de recherche mettant l'accent sur les interactions entre les différentes conséquences n'ont pas été entendus et une approche méthodologique transversale apte à saisir la complexité du phénomène n'a pas encore été concrètement proposée, à de rares exceptions près[41].

C'est pourquoi un inventaire systématique des connaissances des effets de la catastrophe sur la vie humaine dans les territoires contaminés est nécessaire, mais il n'est pas suffisant. Il s'agit encore de mettre en perspective ces différents savoirs afin de les combiner dans l'esprit des recherches actuelles sur l'environnement[42] et dans le but d'aborder l'être humain dans la globalité de son existence.

Penser en terme d'espaces-temps peut ainsi peut-être nous permettre d'ébaucher une méthodologie qui réponde au défi épistémologique et social que pose une catastrophe du type de celle de Tchernobyl. Cette méthodologie n'existe pas encore, mais l'une des intuitions qu'ouvre le concept d'espace-temps, et particulièrement «l'espace-temps événementiel», est qu'il faut *repartir du sol*: accumuler des *données géo-référées*, suivre la trace des radioéléments dans les sols, les eaux, les végétaux, les animaux et les humains; débusquer les mutations biologiques et anthropo-sociales, en effectuer l'*épidémiologie*; relever les symptômes, les coïncidences; écouter les individus (les «irradiés» et les autres) dans leur questionnements, leurs angoisses et leurs souffrances, sur ce qu'ils ont à nous dire de dicible ou d'indicible; faire le point sur les «zones d'ombre» des connaissances plutôt que de chercher systématiquement sous le lampadaire[43], informer les populations sur l'état des connaissances (et des doutes) sur les risques encourus; pister la diffusion des informations (et des rumeurs) dans les médias, les couches sociales, les villes et les campagnes, des zones contaminées aux confins planétaires.

Prendre acte de la présence d'espaces-temps multiples et chercher à organiser la recherche en fonction de leur interdépendance, nous apparaît comme une piste possible permettant de poursuivre, la double ambition de la science moderne: d'une part, parcelliser et spécialiser la connaissance, afin de l'approfondir; et, d'autre part, organiser épistémologiquement celle-ci, afin d'en rendre l'unité. Il est vrai que les scientifiques de la «première modernité» ont plutôt été tentés par la spécialisation et le regroupement «disciplinaire» que par la recherche d'un paradigme transdisciplinaire et unificateur; la catastrophe de Tchernobyl, et plus généralement la gestion et la prévention des risques créés par les ultimes avatars de la civilisation industrielle («vache folle», «génie génétique», etc.), semblent bien devoir nous contraindre aujourd'hui à devoir privilégier l'ambition holiste. En d'autres termes, ce sont bien des «spécialistes en généralité» qui font le plus défaut aujourd'hui !

NOTES

1. Notamment selon l'échelle établie par l'AIEA et l'AEN. [AIEA/AEN, 1990] -*The International Nuclear Event Scale*, Vienna.
2. Quoique nous sachions aujourd'hui que si certaines catastrophes peuvent être considérées comme «naturelles» (tremblements de terre, ouragans, par exemple), la gravité de leurs conséquences dépend, quant à elle, très largement, des conditions sociales, du niveau de développement, ainsi que de la politique de prévention du lieu où la catastrophe se produit: un tremblement de terre n'a pas les mêmes conséquences humaines au Japon, au Mexique ou en Iran. La distinction entre catastrophes «naturelles» et «technologiques» est donc peu heuristique; mais nous pensons que la catastrophe de Tchernobyl pose les problèmes à une autre échelle spatio-temporelle.
3. «Définitivement» ou pour le moins sur une durée telle, qu'en comparaison, l'histoire des sociétés, de la science et de la technologie modernes peut être qualifiée d'extrêmement récente (quelques dizaines d'années).
4. [ROSSIAUD, 1996].
5. Cf. GIDDENS [1990]
6. WALLERSTEIN [1991: 7-22], ch. 1 «The French Revolution as a World-Historical Event».
7. Par théories de la complexité (il serait d'ailleurs peut-être préférable de parler de «pensée complexe»), nous faisons référence principalement aux quatre grandes théories suivantes: la théorie de l'information (SHANNON [1949]); la théorie des systèmes ou la première cybernétique (VON NEUMANN; WIENER; les Conférences de Macy [1946-1953]; VON BERTALANFFY [1968]); la théorie de l'auto-organisation (VON FOERSTER & ATLAN – ordre par le bruit –, MATURANA, VARELA, ATLAN – ORGANISATION PAR LE BRUIT -; PRIGOGINE) et la théorie du chaos ou théorie mathématique des systèmes aléatoires (POINCARÉ, MANDELBROT, THOM – théorie des catastrophes). Cf. également DUMOUCHEL & DUPUY [1983]; FOGELMAN SOULIÉ [1991]; LEWIN [1994] ou, pour un rapide digest, WEINBERG [1995].
8. Cf. *Communications*, n° 18 [1972]. La revue de MORIN, *Communications* a consacré plusieurs numéros thématiques à ces questions, dans une perspective «complexe», avec des contributions de MORIN, ATLAN, CHANGEUX, LE ROY LADURIE, THOM ET ATTALI, pour ne citer que les plus célèbres; je pense tout particulièrement aux numéros 18 «L'événement» (1972) et 25 «La notion de crise» (1976).
9. Ce qui fut, à l'époque, un progrès important dans la constitution des sciences historiques, cf. BRAUDEL [1979].
10. Dans le sillage de ce que Dupuy a appelé la première cybernétique, celle des Conférences Macy où se retrouvaient dans un esprit de «transdisciplinarité» des chercheurs tels que Von Neumann, Wiener, Von Foerster, Ashby, Bateson ou G. Mead. Cette «école» est à l'origine des «sciences cognitives», que Dupuy nomme «la seconde cybernétique». DUPUY [1994].
    Dans les sciences humaines et sociales, c'est en particulier à Morin que l'on doit la «réhabilitation» du concept d'événement; en particulier dans le numéro 12 (1972) de la revue *Communications*, qui constitue l'une des premières ébauches de la vulgarisation de la pensée complexe, telle qu'elle sera explorée dans *La méthode*, dont est tiré l'extrait suivant: «Il n'est rien dans l'univers qui ne soit temporel; il n'est aucun élément, depuis la particule jusqu'au composant le plus stable d'un système stable, qui ne puisse être conçu comme événement, c'est-à-dire comme quelque chose qui advient, se transforme, disparaît. Le cosmos lui-même est un Evénement. [...] L'univers de l'ancienne physique ne pouvait supporter le temps, ou plutôt celui-ci ne pouvait lui apporter rien d'autre que la dégradation. Le nouvel univers est consubstantiel à un temps riche et complexe: ce n'est ni le temps simple de la dégradation, ni le temps simple du progrès, ni le temps simple de la séquence, ni le temps simple du cycle perpétuel. Il est, de façon à la fois complémentaire, concurrente et antagoniste, tous ces temps divers, tout en demeurant le même. L'Histoire rentre dans l'univers: celui-ci a une et des histoires, qui par milliards se font et se défont dans les étoiles et les galaxies.» MORIN [1981 (1977): 367, 368].
11. Cf. Ecole des Annales, et BRAUDEL.
12. Cf. MONOD [1970] et la critique effectuée, après l'émergence des concepts d'auto-organisation

et de complexité, par exemple par Jacquard [1976: 73] ou DUPUY [1982: 112 ss.].

13. Morin [1972: 5].
14. Dans le monde francophone, l'histoire immédiate peut se réclamer d'au moins trois filiations: l'idée «d'histoire immédiate» et celle de «sociologie du présent» émergent à peu près dans le même mouvement, après 1968 et l'irruption des «communications de masse» dans l'univers politique et sociologique. Tout d'abord, nous devons l'expression «d'histoire immédiate» à la collection mi-essayiste mi-journalistique, fondée par Jean Lacouture aux éditions du Seuil; ensuite, la «sociologie du temps présent» s'imposa en sociologie sous l'impulsion d'Edgar Morin et des membres du *Centre d'études sur les communications de masses* qui publiaient la revue *Communications;* enfin, une démarche similaire anima des historiens autour de Pierre NORA et des chercheurs de l'*Institut du Temps présent.*. Cf. PAILLARD [1986: 348].
15. Cf. *Turbulence, Revue transdisciplinaire entre sciences et humanité*, n° 1, octobre 1994: «L'Autre, la transdisciplinarité» (cette revue ne connut qu'un seul numéro).
16. PAILLARD [1986: 348].
17. Selon l'expression de MORIN [1990: 97ss.].
18. En continuation, mais également en rupture avec la première modernité, qui, depuis les Lumières, peut être qualifiée de «modernité du déterminisme».
19. Ces événements semblent favoriser une radicalisation de la modernité planétaire (mondialisation) dans la plupart de ses caractéristiques et pour la plupart de ses instances (MORIN et al. [1990]; MORIN [1993]; CARFANTAN [1993]; FOSSAERT [1991]; THUILLIER [1995]; PETRELLA [1995]; ces auteurs divergent cependant sur ce qui se mondialise effectivement, le plus complet étant à mon avis PETRELLA [1995]; cf. ROSSIAUD [1996]). Cependant, les potentialités de radicalisation de la modernité portées par le système que nous observons, peuvent très bien ne jamais s'actualiser, ou s'actualiser en leur contraire: la disparition de la modernité en tant que système anthropo-social, voire la disparition de l'homme sur la planète, ou de la vie dans l'univers. En effet, l'étude du présent doit nous rendre attentifs à intégrer l'incertitude: c'est ce que nous allons essayer de ne pas oublier de faire dans les sections suivantes.
20. *Historical Social Science*, selon les termes de Wallerstein.
21. BRAUDEL [1980 (1967)].
22. WALLERSTEIN [1974 (vol. 1); 1980 (vol. 2); 1989 (vol. 3); 1991: 266ss.]. Nous préférons quant à nous l'expression «système mondial moderne» à celle de système capitaliste mondial»; *cf.* Rossiaud [1996, p. 75ss].
23. WALLERSTEIN dit TempsEspace (*TimeSpace*).
24. SIBONY [1995 (2 vol.)].
25. Par exemple la notion d'événement historico-mondial chez Wallerstein, notion que nous exposons ici. Cf. également BOCCHI & CERUTTI in MORIN et al. [1991].
26. THOM [1980], cf. également PRIGOGINE & STENGERS
27. WALLERSTEIN [1979; 1980; 1985 (3 vol. en trad. française – éd. originale 1974; 1980; 1989)]; [1985 (1983)].
28. Dans l'optique de «Unthink Social Science» («dé-penser les sciences sociales; Wallerstein), pour construire une «Sienza nova» (Morin), qui déboucherait sur une «Nouvelle Alliance» (Prigogine & Stengers).
29. WALLERSTEIN [1991; p. 161ss].
30. Voici les principaux éléments diffusés lors de la catastrophe de Tchernobyl:
    - Plutonium 239, période de 24'000 ans, rayonnement alpha, ne traverse pas le corps;
    - Strontium 90, période de 28 ans;
    - Iode 131, période de 8 jours;
    - Iode 132, période de quelques heures;
    - Césium 134, période de 2 ans, comparable au radon;
    - Césium 137, période de 30 ans, idem.
31. C'est parce que justement elle abolissait les frontières identitaires claires entre les espèces que l'histoire de la «vache folle» a créé un tollé aussi général; la problématique des manipulations génétiques obéit également aux mêmes types d'interrogations et d'angoisses.
32. Si l'on considère avec Sibony un accident comme un symptôme, cette catastrophe pourrait être considérée comme révélatrice d'un dysfonctionnement social global, dans lequel «l'homme ne serait pas à la hauteur de l'objet qu'il a produit, du projet qu'il a fomenté» (cf. SIBONY, op.cit.).

Mais si dysfonctionnement social il y a eu, indéniablement, quel système social faudrait-il alors remettre en cause ? Le système soviétique – fort opportunément défunt ? La technologie nucléaire propre aux pays de l'Est ? Ou la société industrielle avancée, dont le nucléaire est l'une des réalisation les plus sophistiquée ?

33. ROSSIAUD [1996]
34. BEAUD [1987 & 1989]; FOSSAERT [1991].
35. Quel sera la structure du nouveau système mondial dans les prochaines décennies ? Absence de polarité dans un Etat mondial unifié ou, au contraire, fragmenté ? Unipolarité au tour de la domination américaine ? Tripolarité dans des blocs politico-économiques dont les centres (la triade) seraient les Etats-Unis, l'Europe, et le Japon ? Ou multipolarité si, à côté des trois espaces cités précédemment, trouvaient une relative autonomie la Russie, la Chine, l'Inde, le Brésil et l'Afrique du Sud, par exemple ?
36. WALLERSTEIN [1991; p. 169].
37. Je reprends ici dans les grandes lignes un article écrit en collaboration avec L. MÉRIC (1996).
38. [ONU, 1990b et 1995; OMS, 1995]. Un grand nombre d'études ont été menées depuis dix ans par les institutions les plus diverses (universitaires, étatiques, internationales, caritatives) dans ce domaine. Les compilations les plus conséquentes ont été réalisées par l'*Agence internationale de l'énergie atomique* (A.I.E.A.) et l'*Organisation mondiale de la santé* (O.M.S.) essentiellement [AIEA, 1991; OMS, 1995]. Notons que d'autres organismes internationaux ont étudié les conséquences de l'accident d'une manière ou d'une autre, mais dans une moindre mesure, tels l'OCDE [AEN, 1995], l'*United Nations Scientific Committe on the Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR) ou d'autres agences spécialisées de l'ONU.
39. «The conclusions and recommandations are subject to the constraints and limitations of the Project design: These constraints and limitations should be recognized so that the conclusions and recommendations are not interpreted to be more or less than is warrented by the Project.» [AIEA, 1991, p. 8.]
«Nine years after the worst nuclear accident in history, its consequences are still poorly understood». [«A Year of Setbacks», in *DHA News* (ONU), n° 13, janvier – mars 1995, p. 101.]
40. «Il conviendrait d'adopter une approche globale pour résoudre les problèmes liés à l'atténuation des conséquences de l'accident de Tchernobyl», [NATIONS UNIES, CONSEIL ÉCONOMIQUE ET SOCIAL, Atelier sur la réinstallation de la population à la suite de l'accident de Tchernobyl, 1992, p. 2.]
41. [SAVCHENKO V. K., 1995].
42. [FNRS, 1995].
43. Par exemple, les cancers de la thyroïde qui sont les plus «visibles» (et les plus facilement curables ont également été les plus observés).

BIBLIOGRAPHIE

AEN, «Chernobyl, Ten Years on; Radiological and Health Impact, An Assessment by the NEA Committee on Radiation Protection and Public Health», novembre 1995, disponible sur http://www.nea.fr/html/pr/Chernobyl.

AIEA: cf. *IAEA*

BEAUD Michel [1987], *Le système national mondial hiérarchisé*, Paris, La Découverte, «Agalma».

BEAUD Michel [1989], *L'économie mondiale dans les années quatre-vingt*, Paris, La Découverte, «Cahiers libres».

BECK Ulrich, «The Anthropological Shock: Chernobyl and the Contours of the Risk Society», in *Berkeley Journal of Sociology*, n° 32, 1987.

BELBÉOCH B. ET R., *Tchernobyl, une catastrophe, quelques éléments pour un bilan*, Paris, éd. Allia, 1993.

BRAUDEL Fernand [1969], *Ecrits sur l'histoire*, Paris, Flammarion, «Champs».

BRAUDEL Fernand [1979 (1949)], *La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II*, Paris, A. Colin.

BRAUDEL Fernand [1980 (1967)], *Civilisation matérielle, économie et capitalisme, XVe – XVIIIe siècles*, 3 vol., Ed. A Colin, Paris.

CARFANTAN, Jean-Yves [1993], *Le grand désordre du monde*, Paris, Seuil, «L'histoire immédiate».

DROTTZ-SJÖLBERG B. M. et alii, *Perceived Risk and Risk Attitudes in Southern Russia in the Aftermath of the Chernobyl Accident*, Report n° 13, Center for Risk Research, Stockholm School of Economics, 1993.

DUPUY Jean-Pierre [1982], *Ordres et désordres. Enquête sur un nouveau paradigme*, Paris, Seuil.

DUPUY Jean-Pierre [1992], *Introduction aux sciences sociales. Logique des phénomènes collectifs*, Paris X – Ecole polytechnique, «Ellipses».

DUPUY Jean-Pierre [1994], *Aux origines des sciences cognitives,* Paris, La Découverte, «textes à l'appui / série sciences cognitives».

FNRS, «Transdisciplinarité», in *Panorama*, Programme prioritaire environnement, n° 5, 1995, 72 p.

FOGELMAN SOULIÉ Françoise (dir.) [1991], *Les théories de la complexité. Autour de l'oeuvre d'Henri Atlan*, Paris, Seuil, «La couleur des idées».

FOSSAERT Robert [1991], *Le monde du 21e siècle. Une théorie des systèmes mondiaux*, Paris, Fayard.

G-7, «Statement On The Implications Of The Chernobyl Accident», 5 May 1986, International Legal Materials, Vol. 15, 1986, pp. 1005ss.

GIDDENS Anthony [1994 (1990)], *Les conséquences de la modernité*, Paris, L'Harmattan.

GIRARD P., HÉRIARD DUBREUIL G., *Conditions de vie dans les territoires contaminés 8 ans après l'accident de Tchernobyl. Gestion du risque radiologique en Biélorussie: évaluation de la situation dans le district de Tchetchersk*, Rapport pour la Commission des Communautés Européennes (JSP2), Mutadis Consultants, juin 1995.

GIRARD P., HÉRIARD DUBREUIL G., *Conséquences sociales et psychiques de l'accident de Tchernobyl; la situation en Ukraine, sept ans après l'accident,* Paris, travail réalisé dans le cadre du «Programme d'évaluation des Conséquences de l'Accident Nucléaire de Tchernobyl», Joint Study Project 2, Commission des Communautés Européennes, juillet 1994.

GRÉMY F., PISSARO B., *Propositions pour une politique de prévention*, La documentation française, Paris, 1982.

HAZAN V. B., «Impact économique de la catastrophe de Tchernobyl, 7 ans après. Résumé», in *Rapport sur l'enquête parlementaire russo-bélarusso-ukrainienne sur la catastrophe de Tchernobyl*, présenté à Ankara lors de la IIIème assemblée générale de l'*Helsinki Citizens Assembly*, HCA Publications, Genève, 1994.

IAEA, The International Chernobyl Project – Assessment of Radiological Consequences and Evaluation or Protective Measures, Repport by an International Advisory Committee, Vienna, 1991, 640 p.

IAEA/AEN, The International Nuclear Event Scale, avril 1990.

KUHN Thomas [1983 (1972)], *La Strucure des révolutions scientifiques*, Paris, Flammarion.

LAGADEC P., *Etats d'urgence: défaillances technologiques et déstabilisation sociale*, Paris, Ed. du Seuil, 1988, 405 p.

LAGADEC P., «Le risque technologique majeur», in *Universalia*, 1987.

LEE T. R., «Social and Psychological Consequences of the Chernobyl Accident: An Overview of the First Decade», in *Proceedings of International Conference on Health Consequences of the Chernobyl and Other Radiological Accidents*, Genève, 20-23 novembre 1995.

MORIN Edgar [1977], *La Méthode*, t. 1: *La Nature de la Nature*, Paris, Seuil, «Points».

MORIN Edgar [1980], *La Méthode* , t. 2: *La Vie de la vie*, Paris, Seuil, «Points».

MORIN Edgar [1981], *Pour sortir du XXe siècle*, Paris, Fernand Nathan, «Points».

MORIN Edgar [1983], *De la nature de l'URSS. Complexe totalitaire et nouvel empire*, Paris, Fayard.

MORIN Edgar [1986], *La Méthode*, t. 3: *La Connaissance de la connaissance*, Paris, Seuil, «Points».

MORIN Edgar [1990], *Introduction à la pensée complexe*, Paris, ESF éditeur, «Communication et complexité».

MORIN Edgar [1991], *La Méthode* , t. 4: *Les idées. Leur habitat, leur vie, leurs moeurs, leur organisation*, Paris, Seuil, «Points».

MORIN Edgar [1994a], *La complexité humaine*, Paris, Flammarion, «Champs-L'essentiel».

MORIN Edgar [1994], «Alter ego et ego alter», in *Turbulence* n° 1.

MORIN Edgar, KERN Anne Brigitte [1993], *Terre-Patrie*, Paris, Seuil.

MORIN Edgar, BOCCHI Gianluca, CERUTI Mauro [1991], *Un nouveau commencement*, Paris, Seuil.

NAZAROV, *Rapport de la Commission parlementaire russo-belarusso-ukrainienne sur la catastrophe de Tchernobyl*, Kiev, 1994 (polycopié).

OMS: cf. WHO.

PAILLARD [1986], «Histoire immédiate», in *Dictionnaire des sciences historiques*.

PIAGET Jean [1970], *Epistémologie des sciences de l'homme*, Paris, Gallimard, «Idées».

PINEAULT R., DAVELUY C., *La planification de la santé – Concepts, méthodes, stratégies*, Editions Agence d'Arc, Ottawa, 1986.

RAPPORT DU CABINET DES MINISTRES DE L'UKRAINE, «Les résultats de la liquidation des conséquences de la catastrophe de Tchernobyl pour les dix ans», in *Délovaya Ukrainia*, 16 mai 1996.

ROSSIAUD J. [1995], «Tchernobyl: une catastrophe en devenir», in *Campus* n° 29, Université de Genève, Genève.

ROSSIAUD J. [1996] *Mouvement social et Etat dans la mondialisation: une illustration le Helsinki Citizens Assembly*, Thèse de doctorat, Université de Genève

ROSSIAUD J., MÉRIC L. [1995a], «Sommes-nous tous des Ukrainiens irradiés?» in *Campus* n° 30, Université du Genève, Genève.

ROSSIAUD Jean & MERIC Lison (dir.) «Actes du colloque *Les conséquences de la catastrophe de Tchernobyl* – Genève – Académie internationale de l'environnement du 3 au 5 mai 1995, Université de Genève, 1997.

SAENKO Y., «Quelques conséquences psychosociologiques de "l'avarie" de Tchernobyl», in *Annales des mines,* décembre 1993.

SAENKO Y., «The Social and Psychological Remnants of Chernobyl» & «Eight and Half Years after the Chernobyl Disaster», in *A Political Portrait of Ukraine,* Kiev, Democratic Initiatives, 1995.

SAVCHENKO V. K., *The Ecology of the Chernobyl Catastrophe*, Parthenon Publications, 1995.

SIBONY Daniel [1995], *Evénements*, Paris, Seuil, 2 vol.

STEGNIY O., «Public Opinion about the Ecological Situation in Ukraine», in *Ukrainian World,* May-December 1994.

THOM René [1980], *Paraboles et catastrophes*, Paris, Flammarion, Champs.

THUILIER Pierre [1995], *La grande implosion. Rapport sur l'effondrement de l'Occident*, Paris, Fayard.

UKRAINSKY COURRIER (Journal officiel du gouvernement ukrainien), avril-mai 1996.

UNITED NATIONS DEPARTMENT OF HUMANITARIANS AFFAIRS (DHA), *Issues in Focus* (Issues No 4), 1996.

UNITED NATIONS, «Strengthening of the Coordination of Humanitarian and Disaster Relief Assistance of the United Nations, Including Special Assistance: Special Economic Assistance to Individual Contries or Regions», Report of the Secretary-General, septembre 1995.

UNITED NATIONS, «Sur les conséquences économiques et sociales de l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl», Geneva, United Nations Economic and Social Council, 9 July, 1990.

UNITED NATIONS, United Nations Exploratory Mission on the Mitigation of the Consequences of the Chernobyl Nuclear Accident, UNDRO, octobre 1990b.

WALLERSTEIN I. [1991], *Unthinking Social Science,* Cambridge, Polity Press.

WALLERSTEIN Immanuel [1980 (1964)], *Le système-monde du XVe siècle à nos jours*, t. 1: *Capitalisme et économie-monde, 1450-1640*, Paris, Flammarion.

WALLERSTEIN Immanuel [1985 (1980)], *Le système-monde du XVe siècle à nos jours*, t. 2: *Le mercantilisme et la consolidation de l'économie-monde européenne. 1600-1750*, Paris, Flammarion.

WEINBERG Achile, «Penser la complexité» [1995], dossier in *Sciences humaines*, n° 47.

WHO/OMS, IPHECA – Brain Damage in Utero Project, Geneva, 1994.

WHO/OMS, IPHECA – Haematology Project, Geneva, 1994b.

WHO/OMS, IPHECA – Oral Health Project, Geneva, 1994c.

WHO/OMS, IPHECA – Thyroid Pilot Project – Incidence of Thyroid Cancer among Children and Adolescents in Ukraine after the Chernobyl Accident, and its Clinical and Morphological Features, Geneva, 1993c, 17 p.

WHO/OMS, «Les conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl: Résultats des projets pilotes du Programme international sur les effets sanitaires de l'accident de Tchernobyl et des programmes nationaux connexes», Rapport résumé, Bureau de l'hygiène et de l'environnement intégré, 1995.

Responsabilités occidentales dans les conséquences sanitaires de la catastrophe de Tchernobyl, en Biélorussie, Ukraine et Russie

Bella BELBÉOCH

INTRODUCTION*

L'étendue des zones contaminées, les niveaux de contamination rencontrés, l'importance numérique des populations concernées font de la catastrophe nucléaire de Tchernobyl une catastrophe industrielle sans précédent.

Les pressions occidentales se sont exercées dès le début de la crise ouverte par l'explosion du réacteur n° 4 de la centrale de Tchernobyl afin de minimiser l'impact sanitaire de l'accident concernant les effets biologiques à long terme (cancers et effets génétiques) de l'exposition aux radiations des habitants de l'ex-URSS. En fait, l'émergence de problèmes sanitaires inédits avec un accroissement visible de la morbidité, en particulier chez les enfants, dès les premières années ayant suivi l'accident ont relégué les effets à long terme au second plan, mais comme eux ils ont été minimisés, voire niés, tant par les autorités sanitaires soviétiques que par les experts occidentaux.

L'argument souvent avancé pour nier les observations faites sur le terrain par les médecins locaux est qu'elles ne correspondent pas aux effets observés chez les survivants japonais des bombes atomiques. Or les deux situations ne sont pas identiques. A Hiroshima et Nagasaki il s'est agi essentiellement d'irradiation externe en un temps très court (et le suivi de mortalité a commencé cinq ans après le flash). A Tchernobyl il y a d'abord eu une «phase d'urgence» (assez longue puisque les rejets se sont poursuivis durant tout le mois de mai) avec irradiation externe par le nuage et les dépôts au sol, contamination interne par inhalation et ingestion de produits contaminés suivie d'une exposition chronique essentiellement due à l'irradiation interne par ingestion d'aliments contaminés pour laquelle il n'y a aucune donnée expérimentale fiable: Tchernobyl constitue la première mondiale d' une «expérimentation» à grande échelle.

Des zones «sous contrôle» radiologique ont été décrétées en Ukraine, Biélorussie et Russie, là où la contamination du sol dépasse 5 curies au km^2 en césium 137 (5 Ci/km^2). Le degré de contrôle dépend du niveau de contamination du sol[1] [1]. Plus de 800 000 personnes vivent sur ces zones contrôlées [2], plus de 7 millions sur des territoires contaminés à plus de 1Ci/km^2 (voir annexe).

La dégradation de la santé surtout celle des enfants a engendré une inquiétude dans la population qui s'est même traduite par des manifestations de rue. Les prises de position de scientifiques des Académies des sciences, inhabituelles en URSS (et ailleurs), ont amené les autorités des républiques d'Ukraine et de Biélorussie à envisager de nouvelles évacuations. En octobre 1989 est publié en Biélorussie le programme de déplacement de plus de 100 000 habitants des zones les plus contaminées (supérieure à 15 Ci/km^2) dont certaines sont situées à plus de 200 km de Tchernobyl [3].

Le pouvoir central a pu s'opposer efficacement à la réalisation de ces plans et à leur extension à la totalité des zones sous contrôle grâce à l'intervention des experts occidentaux. Il est bien évident que la préoccupation essentielle de ces experts est relative à la gestion d'une crise nucléaire éventuelle dans leur propre pays.

Nous analyserons chronologiquement quelques faits significatifs du point de vue des problèmes sanitaires.

VIENNE, 25-29 AOÛT 1986: CONFÉRENCE INTERNATIONALE DE L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE (AIEA). PREMIER BILAN SANITAIRE

Cette conférence a été organisée afin que des experts internationaux analysent l'accident de Tchernobyl et ses conséquences. Les réunions des groupes de travail auront lieu à huis clos et les journalistes se contenteront (sans protester semble-t-il) des conférences de presse. La délégation soviétique présidée par V. Légassov présente un volumineux rapport (370 pages) comprenant une partie générale et 7 annexes [4]. L'annexe 7 (70 pages) est entièrement consacrée aux problèmes médicaux et biologiques et elle a soulevé d'énormes discussions.

Outre les problèmes d'irradiation aiguë des «intervenants rapprochés» sur le réacteur en détresse (travailleurs du site nucléaire, pompiers etc.) sur lesquels ont été tentées sans succès des greffes de moelle, et ceux liés à l'évaluation de la dose externe des 135 000 évacués de la zone proche du réacteur devenue zone interdite, sont abordées en effet les conséquences sanitaires à long terme de l'accident pour 75 millions d'habitants de la partie européenne de l'URSS, pour lesquels sont estimées la dose collective externe et la dose efficace collective engagée sur 70 ans par contamination chronique interne due aux césiums 137 et 134.

Avec l'hypothèse retenue par la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) d'une relation linéaire, sans seuil, de proportionnalité entre le nombre de cancers mortels radioinduits et la dose reçue[2] et en tenant compte du facteur de risque qui estime le nombre de cancers mortels radioinduits par unité de dose de rayonnement, l'évaluation de la dose collective permet de chiffrer le nombre de cancers radioinduits [5]. Les cancers mortels dus à l'iode radioactif étaient également chiffrés. (Le rapport soviétique ne tenait pas compte du strontium 90 et indiquait que ce radioélément pourrait s'avérer non négligeable par la suite).

Ce fut un tollé général car le bilan conduisait à un excès de 30 000 à 40 000 cancers mortels (dont plus de 80 % dus au césium) représentant jusqu'à 0,4 % du nombre de cancers mortels «naturels» prévus sur 70 ans, bilan jugé trop élevé par les occidentaux.

A la conférence de presse du 26 août, D. Beninson, Président du groupe de travail sur les conséquences sanitaires, qualifie les chiffres soviétiques d'«extrêmement surestimés». M. Rosen, directeur de la sûreté à l'AIEA, fixe la limite supérieure à 25 000 morts. Deux jours plus tard elle est à 10 000 et pour D. Beninson au plus à 5100 [6]. Beninson est Président de la Commission Internationale de Protection Radiologique et son opinion a donc du poids (c'est aussi un dirigeant de l'énergie atomique en Argentine). Pour Rosen et Beninson les chiffres soviétiques sont trop élevés car la contamination interne par les césiums radioactifs a été surestimée. Pourtant à ce moment là ils n'ont aucun élément scientifique pour l'affirmer.

Cette annexe 7, source de soucis pour les promoteurs du nucléaire, a quasiment été censurée. Peu de gens en ont eu connaissance car le rapport principal a été traduit en français et diffusé mais pas les annexes. Les experts, tant Soviétiques qu'occidentaux, ne se référeront plus jamais à cette annexe 7, comme si elle n'avait pas existé.

LA REMISE EN CAUSE DE L'ESTIMATION INITIALE

En octobre 1986 selon certains experts européens la dose due à la contamination interne pourrait être trop élevée d'un facteur 10 [7]. Après une visite de cinq jours en URSS en janvier 1987 les dirigeants de l'AIEA concluent: «les premières estimations du détriment sanitaire ont été trop pessimistes et doivent être réduites d'un facteur 5 à 7» [8].

Pour être crédible et aboutir au même résultat la révision à la baisse devait venir des experts soviétiques eux-mêmes. Elle fut amorcée pendant la conférence d'août 1986 et précisée par la suite.

En mai 1987, lors d' une conférence organisée par l'OMS à Copenhague [9] A. Moïsseev réduit la dose collective externe d'un facteur 1,45 et la dose collective interne d'un facteur compris entre 7 et 10,5 comme conséquence de «la tendance positive de la situation radiologique» résultant des mesures de protection prises sur une grande échelle. Cependant il admet qu'un an après la catastrophe une quantité importante de lait des fermes locales en Biélorussie dépasse encore de beaucoup les normes en Cs_{137} et doit être retiré de la consommation directe pour être «envoyé pour être traité», sans préciser. Ce lait contaminé n'a-t-il pas été envoyé dans des régions éloignées ? (en Arménie, du lait en poudre analysé par la CRII-Rad, association indépendante française) a été trouvé contaminé en césium [10]). Rappelons que la «démocratisation» des doses en augmentant le nombre de personnes exposées individuellement à des doses plus faibles ne change pas le bilan final. La même dose collective conduit au même nombre de morts par cancers radioinduits si l'on admet la relation linéaire (sans seuil) entre le nombre de cancers mortels radioinduits et la dose de rayonnement. Moïsseev en revient en fait au modèle avec seuil lorsqu'il dit que les résultats de sa communication doivent être considérés comme une estimation qui surévalue les conséquences de Tchernobyl.

En septembre 1987, L. A. Iline et O. A. Pavlovski présentent à Vienne à l'AIEA un rapport sur les conséquences radiologiques de l'accident [11] dont le sous-titre est «L'analyse des données confirme l'efficacité des actions à grande échelle pour limiter les effets de l'accident».

Lors de l'accident, la décision d'évacuation (115 000 personnes d'après les auteurs, dont les habitants de Pripyat) a été prise de façon à ce que les doses d'exposition tant du corps entier que de la thyroïde soient nettement inférieures aux niveaux d'intervention établis en URSS avant 1986. (Il n'est pas fait mention des 18 700 Biélorusses évacués entre juin et août 1986 [1]).

Il est indiqué que 5,4 millions de personnes dont 1,7 millions d'enfants auraient reçu de l'iode stable à titre prophylactique contre l'iode radioactif. Les mesures de protection à grande échelle, comme l'introduction de normes alimentaires, auraient été efficaces en particulier l'interdiction du lait contaminé en Iode 131 à des niveaux supérieurs à 3700 becquerels par litre (3700 Bq/l). Les doses moyennes à la thyroïde des enfants sont rapportées pour les régions les plus contaminées du nord de l'Ukraine alors que pour la Biélorussie c'est la moyenne de l'ensemble du pays qui est donnée[3].

D'après leur rapport on ne relève aucune augmentation de morbidité chez les enfants, il n'y a pas de différences entre régions contaminées et régions-témoins. Pour la première fois il est fait mention du syndrome de radiophobie chez les habitants des zones contaminées.

C'est la dose efficace pour *toute* la population soviétique (278 millions d'habitants) qui est estimée sur 70 ans. Cette dose collective est 18 fois plus faible que pour les 75 millions d'habitants considérés dans l'annexe 7 de 1986. En avril 1988, L. A. Iline réaugmente la dose [12] et en 1988 le Comité Scientifique des Nations-Unies sur les Effets des Radiations Atomiques (UNSCEAR) fait la «moyenne» des deux estimations d'Iline et entérine la réduction de la dose de l'annexe 7

de 1986 par un facteur 9 [13]. M. Beninson peut être satisfait.

Remarquons qu'Iline et Pavlovski étaient signataires de l'annexe 7. C'est donc d'une véritable autocritique qu'il s'agit dans ces deux publications.

La réduction des doses collectives est attribuée à l'efficacité des contre-mesures. Cet optimisme officiel est contredit par V. Légassov dont le testament publié par la *Pravda* (20 mai 1988) témoigne de l'incurie qui a suivi la catastrophe [14] [V. Légassov s'est suicidé le jour du deuxième anniversaire de la catastrophe de Tchernobyl, quatre jours après la communication de L. Iline à la conférence de Sydney]. On peut douter de l'efficacité de ces mesures étant donné la réputation d'inefficacité de la bureaucratie soviétique et aussi l'importance de la population paysanne qui vit en autosubsistance (près de la moitié des 75 millions considérés dans l'annexe 7) et dont la nourriture locale présente des niveaux de contamination élevés (le lait a atteint 1 million de Bq/l en iode 131 dans certains districts de Biélorussie). De la viande très contaminée a été en partie éliminée en Biélorussie mais a été aussi exportée pour être mélangée à de la viande «propre» [15]. Même à Moscou ont été vendues des viandes hors normes [16]. «Démocratiquement», les normes édictées pour le thé varient avec la région et les utilisateurs, Moscou et les zones très contaminées ont «droit» à du thé moins contaminé en Cs137 que les cafétérias d'entreprises ou les régions d'URSS moins affectées par Tchernobyl [1]. Il faudra attendre juillet 1989 pour que soient indiquées à deux reprises dans les journaux ukrainiens les restrictions au ramassage des champignons, baies et plantes médicinales [17].

Des informations à titre privé commencent à arriver en France: la situation sanitaire se dégrade en Ukraine et Biélorussie et le mécontentement grandit (comme en témoigne le film *Microphone* de G. Chkliarevski et V. Kolinko). Il faudra cependant la publication d'un article du journal *Sovietskaya Bielorousia* (9/2/1989) donnant les cartes des zones «sous contrôle» contaminées en césium 137 à plus de 5 Ci/km^2 en Biélorussie pour se rendre compte de l'étendue des régions affectées et du nombre de gens concernés dans leur vie quotidienne: contrôle de la nourriture, apport de nourriture «propre» si la nourriture locale est «sale», petite prime mensuelle, surveillance médicale, conseils d'emploi de cabines étanches pour les tracteurs etc. [1] [14]. Le Président du Conseil des Ministres de Biélorussie a résumé ainsi la situation: «On n'a pas réussi à remettre le djinn radioactif dans la bouteille» (Pravda, 11/2/1989).

La *Pravda* publie le 20 mars 1989 la carte des débits de dose du rayonnement gamma relevés le 10 mai 1986 pour les trois républiques d'Ukraine, de Biélorussie et de la Fédération de Russie. Les cartes sont accompagnées d'un long article indiquant les conditions ayant régi les évacuations en 1986: zone interdite pour des débits de dose supérieurs à 20 milliroentgen par heure (20mR/h), évacuation pour des débits supérieurs à 5mR/h, évacuation temporaire des femmes enceintes et des enfants pour des débits compris entre 3 et 5mR/h. D'après les cartes on ne comprend pas pourquoi des régions situées loin de Tchernobyl (districts de Gomel, Moghilev et Bryansk) n'ont pas été incluses dans le programme d'évacuation de 1986 puisque sont indiqués pour elles des débits de dose supérieurs à 5mR/h et même 15 mR/h.

CRITÈRE DE «RÉSIDENCE SANS DANGER»: 35 REM EN 70 ANS [3]

Fin 1988 on apprendra que des villages du district de Naroditchi en Ukraine, (proches de la zone évacuée en 1986) sont en instance d'évacuation. En Biélorussie également il va falloir procéder à des évacuations de zones contaminées dont certaines sont situées à plus de 200 km de Tchernobyl.

Sur quels critères doivent se faire ces «réimplantations»[4], ce relogement d'habitants hors de zones très contaminées ? Rappelons

que la définition «légale» des zones contaminées correspond alors en URSS à une contamination surfacique supérieure à 1 curie au km^2. (A la même époque, au Royaume-Uni, les moutons d'Ecosse et de Cumbria sont toujours interdits d'abattage et paissent sur des zones contaminées à moins de 0,5 Ci/km^2). Sur les territoires légalement contaminés vivent plus de 7 millions de personnes.

Le critère adopté en septembre 1988 par le conseil des ministres d'URSS est à la base des décisions d'évacuation ou du maintien sur place. Le critère de «résidence sans danger», de «vie sûre», a été énoncé dans les journaux locaux sous la forme: «35 rem en 70 ans», là où la dose-vie ne dépasse pas 35 rem. La dose-vie est une dose *calculée* par les différents instituts de radioprotection dépendant du ministère de la santé d'URSS donc sous le contrôle du pouvoir central. En plus de la dose reçue lors de la phase d'urgence (irradiation externe par le nuage et les dépôts au sol, irradiation interne par inhalation et ingestion de radionucléides via l'alimentation) la dose-vie comporte la *dose future* qui sera reçue en vivant une vie «normale» sur le lieu de résidence avec une nourriture locale. Elle doit donc tenir compte, outre la dose externe par les dépôts radioactifs du sol, de la dose efficace[5] engagée sur 70 ans à partir du 26 avril 1986 par inhalation et ingestion d'aliments contaminés. Tous ces calculs impliquent des modèles concernant le métabolisme, l'alimentation, le mode de vie etc. On ne tient pas compte des «particules chaudes» qui renferment les transuraniens et sont très nombreuses en Biélorussie méridionale. Si la dose efficace engagée calculée est supérieure à 35 rem on doit être «réimplanté» (Iline, le responsable de la radioprotection d'URSS dira: «ce n'est pas une évacuation mais un déplacement planifié»). Là où la dose-vie ne dépasse pas 35 rem on retourne à la vie normale: on peut manger la production locale, on arrête les arrivages de nourriture «propre».

Le critère des «35 rem en 70 ans» soit 0,5 rem par an ou 5 millisievert/an (5 mSv/an) devra avoir force de loi au premier janvier 1990. Il a été présenté comme étant conforme aux recommandations internationales. Ce critère a soulevé la contestation des scientifiques biélorusses, au plus haut niveau de l'Académie des sciences. Ils ont proposé un autre critère, 7 rem en 70 ans soit 0,1rem/an. De leur côté des scientifiques ukrainiens proposaient une dose-vie de 10 rem. Parmi les arguments pertinents des scientifiques biélorusses [3] nous retiendrons ici qu'effectivement la recommandation internationale concernant la limite de dose annuelle formulée par la CIPR depuis 1985 (Déclaration de Paris) est de 0,1 rem (1 mSv).

LES EXPERTS DE L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (OMS)

Les désaccords entre experts moscovites et scientifiques biélorusses sont apparus publiquement lors des débats de mars 1989 au soviet de Biélorussie et ont exigé une session spéciale consacrée à «35 rem en 70 ans». Elle s'est tenue à Minsk, à l'Académie des sciences de Biélorussie. A cette séance avaient été invités trois membres de l'OMS. Outre M. Waight, secrétaire de l'OMS, nous retrouvons sous cette casquette Dan Beninson et le Pr Pellerin, directeur du Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants (SCPRI). Un naïf pourrait s'étonner de ce que M. Pellerin ait été choisi comme expert représentant l'OMS alors qu'à la réunion de Copenhague de l'OMS du 6 mai 1986 où les délégués des pays européens avaient tous transmis les valeurs maximales des débits de dose relevés dans leurs pays, la France, représentée par le SCPRI dirigé par le Pr. Pellerin n'a pas communiqué de chiffre et se contentait de l'expression vague «low» [18]. Est-ce la raison pour laquelle le Pr Pellerin a été qualifié pour intervenir quelques années plus tard dans la radioprotection des populations soviétiques?

Le rapport des envoyés de l'OMS est publié dans *Sovietskaya Bieloroussia* (11/7/1989)

sous le titre «Le Point de vue des experts». On relève ainsi: «[Les experts] ont conclu au sujet du critère d'une dose-vie de 35 rem dans le cas d'une situation post-accidentelle que cette valeur était conservative [...]. La valeur de 35 rem est fondée sur l'estimation internationale actuelle du risque induit par les radiations ionisantes sur la santé. [...] Dans l'hypothèse où on leur aurait demandé de fixer la limite de dose cumulée durant la vie, les experts se seraient prononcés en faveur *d'une limite de dose deux à trois fois 35 rem*» [souligné par moi].

Le rapport dénigrait les scientifiques qui s'opposaient à la dose-vie préconisée par le pouvoir central soviétique: «Les scientifiques insuffisamment compétents dans le domaine des effets des radiations assimilent l'ensemble des différentes perturbations biologiques et médicales observées au seul effet des radiations». Les trois experts invoquent quant à eux les facteurs psychologiques et le stress pour expliquer ces perturbations biologiques.

En somme, tout est connu sur les effets du rayonnement, les observations sur le terrain n'ont qu'à s'aligner sur le consensus. On peut s'effrayer de la façon dont ces «experts» dénient à la catastrophe de Tchernobyl le triste privilège d'être une nouveauté dans le domaine de l'«expérience» médicale et ferment la seule voie possible pour appréhender cette nouveauté: enregistrer d'abord *toutes* les informations biologiques et médicales.

Lors de la session du Soviet de Biélorussie fin juillet 1989, les autorités sanitaires et politiques biélorusses se sont appuyées sur ce rapport de la mission OMS pour passer outre les protestations des scientifiques considérés comme des ignorants en ce qui concerne les questions radiologiques comme l'a souligné I.I. Lichtvane, le vice-président de l'Académie des sciences de Biélorussie (*Sovietskaya Bieloroussia* 1/8/1989).

A Paris quelques personnes se sont émues. Qu'allait faire le Pr. Pellerin en Ukraine et en Biélorussie en déclarant faussement que la dose-vie de 35 rem était conforme aux recommandations internationales et en recommandant deux à trois fois 35 rem, ce qui est contraire à la réglementation française. La casquette de représentant de l'OMS effaçait-elle les obligations du fonctionnaire du Ministère de la santé en charge de la radioprotection en France à respecter la législation française ? Malgré les démarches effectuées par cinq associations auprès du ministre de la santé nous n'avons pu obtenir d'éclaircissements à ce sujet [19].

Pendant ce temps, d'après les informations accessibles en France et les témoignages directs de médecins et de journalistes de retour d'Ukraine et Biélorussie, la situation sanitaire se dégrade (entre autres, dysfonctionnements thyroïdiens, affections pulmonaires et mauvais état général des enfants). La réponse des autorités est: radiophobie. Manifestations à Minsk.

SEPTEMBRE 1989: LETTRE À M. GORBATCHEV DE 92 SPÉCIALISTES EN RADIOPROTECTION POUR IMPOSER LA DOSE-VIE DE 35 REM

Nous avons eu communication au GSIEN d'une lettre datée du 14 septembre 1989 adressée au Président du Soviet Suprême d'URSS, paraphée par 92 «scientifiques travaillant dans les domaines de la médecine et de la protection radiologique au sujet de la situation créée par l'accident de Tchernobyl» [20].

Ils indiquent: «A chaque étape de son élaboration ce critère [des 35 rem] a été accompagné d'une consultation systématique et d'une expertise soigneuse de différents organismes internationaux compétents tels que l'AIEA, l'OMS, l'UNSCEAR qui l'ont examiné sous tous les angles et l'ont approuvé».

Certains arguments utilisés par les signataires pour contrer une dose-vie de 7 ou 10 rem sont très importants: «Dans le choix de la dose-limite de 35 rem, la Commission Nationale de Radioprotection a prêté attention au

fait que cette valeur de 35 rem inclut la dose déjà reçue au cours des trois dernières années et que *dans quelques agglomérations cette dose est sensiblement la moitié de la dose totale recommandée sur la vie* [...]» [souligné par moi]. Ils ajoutent que dans certains villages où une dose de 35 rem est déjà atteinte ou en voie de l'être la décision de «réimplantation» a été prise depuis longtemps mais n'a pas été appliquée « pour des raisons incompréhensibles».

«[...] Il faut garder en vue que par irradiation postérieure à l'accident, cette dose de 7-10 rem a déjà été atteinte ou sera atteinte dans un proche avenir pour la plupart des agglomérations des territoires soumis au contrôle permanent». Les auteurs invoquent le stress psychologique profond et le détriment résultant sur la santé qui seraient provoqués par «*le déplacement de centaines de milliers (jusqu'à un million) de personnes* [...]. En cas d'acceptation de la dose 7-10 rem comme critère de réimplantation ce problème va apparaître pour les habitants de plusieurs grandes villes et centres de districts». Plus loin ils doutent de la qualité des soins médicaux qui ne pourra pas être garantie «dans un plan de déplacement d'un million de personnes».

Voilà qui est clair: en septembre 1989 l'adoption d'une dose-vie de 7 à 10 rem aurait entraîné l'évacuation de centaines de milliers,voire jusqu'à 1 million de personnes. Si l'on compare ces chiffres aux données officielles concernant les habitants des zones soumises au contrôle radiologique on voit qu'il s'agit de tous les habitants des zones sous contrôle (contamination supérieure à 5 Ci/km^2) (voir l'annexe).

On verra au fil des années les doses officielles des habitants des zones contaminées diminuer comme peau de chagrin ce qui s'apparente fort à un tripatouillage des résultats: on adapte les mesures et les modèles [20].

«PROJET INTERNATIONAL TCHERNOBYL»

En octobre 1989 l'URSS demande à l'AIEA d'organiser une expertise internationale d'évaluation des conséquences de l'accident et de l'efficacité des contre-mesures prises par les autorités soviétiques. Il s'agit aussi d'assister les autorités soviétiques sur les sujets concernant la radioprotection ce qui inclut le concept de vie «sûre» dans les territoires contaminés et l'examen des pratiques et des politiques associées. Participeront à ce projet, outre les Soviétiques, 200 experts de 25 pays représentant entre autres l'AIEA, l'UNSCEAR, l'OMS, la FAO, la Commission des Communautés Européennes.

Le rapport final est publié lors d'une conférence de l'AIEA (Vienne, 21-24 mai 1991) [21].

Les rayonnements n'ont eu aucun effet sur la santé de la population, telle a été la conclusion des experts. Les doses de rayonnement tant externe qu'interne ont été surestimées par les autorités soviétiques.

Les scientifiques représentant l'Ukraine et la Biélorussie ont manifesté publiquement leur désaccord en séance.

L'introduction souligne que le gouvernement de l'URSS a déjà bénéficié de l'assistance internationale. D'abord avec l'équipe de l'OMS envoyée sur le terrain en juin 1989 dont la conclusion est redonnée concernant le peu de compétence des scientifiques autochtones vis-à-vis des problèmes de rayonnement lorsqu'ils attribuent à l'irradiation les problèmes sanitaires rencontrés alors qu'ils sont vraisemblablement dus à des facteurs psychologiques et au stress (le terme de radiophobie est abandonné car trop discrédité). Ensuite avec une délégation de la Croix-Rouge et du Croissant Rouge qui, elle aussi, a conclu au stress psychologique et à l'anxiété. Le «Projet Tchernobyl» aboutit à la même conclusion.

«Les mesures de protection qui ont été prises ou qui sont planifiées pour le long terme [il s'agit de la dose-vie de 35 rem et de

la réimplantation si la dose-vie excède 35 rem] quoique partant d'une bonne intention, sont généralement excessives par rapport à ce qui aurait été strictement nécessaire du point de vue de la radioprotection. La réimplantation et les restrictions alimentaires auraient dû être moins étendues». En ce qui concerne le coût social d'une politique de réimplantation: «les autorités n'ont pas pris en compte tous les aspects négatifs». Enfin en appliquant une dose-vie comme critère de réimplantation «il ne convient pas de tenir compte des doses passées».

Quelques points particuliers: On notera que tous les enfants examinés ont été trouvés en bonne santé. En ce qui concerne les dysfonctionnements thyroïdiens chez les enfants: pas d'anomalies de dosages hormonaux. Pas de différence significative pour les enfants du même âge entre enfants des localités contaminées et des localités «témoin». Les nodules thyroïdiens sont très rares.

En ce qui concerne les néoplasmes, «Les données recueillies ne révèlent pas d'augmentation marquée de la leucémie ou des tumeurs de la thyroïde depuis l'accident; cependant [...] la possibilité d'une augmentation dans l'incidence de ces tumeurs ne peut être exclue. Seules des informations par ouï-dire relatives à de telles tumeurs ont été disponibles».

Ouï-dire! Or, durant l'année 1990, le Pr Demidchik a opéré à Minsk 29 enfants de cancers de la thyroïde (59 en 1991). L'incidence de 1990 est déjà 20 fois plus élevée que celle d'avant Tchernobyl [22] et ne cessera d'augmenter les années suivantes.

Rien sur les problèmes immunitaires des enfants, ni sur l'augmentation des aberrations chromosomiques. Pas d'augmentation significative des anomalies congénitales ce qui est étonnant lorsqu'on se réfère aux travaux qui seront publiés par G. J. Lazjuk [23][24].

Rien sur la santé des 135 000 évacués de 1986. Rien sur celle des centaines de milliers de «liquidateurs», ces soldats et travailleurs ayant travaillé sur le site de Tchernobyl depuis 1986 pour essayer de diminuer («liquider») l'impact de l'accident [14].

Il est précisé qu'aucune estimation n'a été tentée quant aux doses reçues dans la phase aiguë, lors des premières semaines ayant suivi la catastrophe (ce qui est pourtant un point capital car ces doses ont pu être très importantes [1]).

Des données étranges: le Pr Pellerin a fourni 8000 films-dosimètres qui ont été portés pendant deux mois par des habitants de villages contaminés sélectionnés. Le résultat est que 90 % des films étaient en dessous de la limite de détection. Or, cette limite (0,2 mSv) correspond sensiblement à la dose cumulée sur deux mois du rayonnement naturel. Donc il n'y a pas de rayonnement décelable au-dessus du bruit de fond dans les localités contaminées «sélectionnées»? C'est le SCPRI qui a aussi effectué des anthropogammamétries et la charge corporelle en césium 137 est très faible, comme s'il n'y avait eu exclusivement que de la nourriture «propre» consommée dans ces villages, ce que contredisent tous les témoignages et informations recueillies sur le terrain.

Rappelons que les jours qui ont suivi l'accident de Tchernobyl, d'après les communiqués du Pr Pellerin la situation en France est *redevenue* normale au bout de quelques jours sans avoir jamais été anormale auparavant...

LE NOUVEAU «CONCEPT», AVRIL 1991

Il s'agit d'un document préparé par un groupe de travail présidé par l'académicien S. Belyayev. Il a été présenté à Paris en avril 1991 [25]. En voici l'essentiel:

Depuis le 1er janvier 1990 les contre-mesures mises en place devaient garantir que la dose-vie de 35 rem ne serait pas atteinte; on suppose désormais que ces contre-mesures ont été couronnées de succès et ainsi que cette limite supérieure n'a plus de raison d'être.

Dorénavant la dose efficace engagée ne doit plus dépasser 1millisievert (0,1 rem) pour

l'année 1991 et les années suivantes. C'est le niveau inférieur d'intervention.

Pour des niveaux supérieurs à 1 mSv/an, on continue la surveillance radiologique de l'environnement et de la nourriture, les mesures agrotechniques [qui antérieurement se sont avérées un échec], la surveillance médicale, etc. Ces mesures doivent être optimisées de façon à ce que la dose efficace engagée ne dépasse pas en moyenne 5 mSv (0,5 rem) en 1991 et diminue les années suivantes.

Au sujet des réimplantations

«La réimplantation ne peut éviter que des doses futures. On ne tient plus compte désormais des doses passées [cela donne satisfaction au Projet International AIEA]. Les doses reçues précédemment [de 1986 à 1991] doivent être prises en considération pour introduire des contre-mesures de *vie sûre* mais pas dans la prise de décision de réimplantation». Désormais, à part les réimplantations obligatoires du plan d'Etat 1990-1992 s'appliquant aux habitants des zones contaminées en Cs 137 à plus de 40 Ci/km^2 (dont la dose annuelle est supérieure à 5 mSv/an) et aux femmes enceintes et enfants pour les zones contaminées en Cs 137 entre 15 et 40 Ci/km^2, «aucune autre réimplantation massive obligatoire ne serait justifiée. Des réimplantations additionnelles ne peuvent être que volontaires». En somme, le pouvoir autorise ces gens à se déplacer...

L'introduction de la dose inférieure de 1 mSv/an semble donner satisfaction aux scientifiques biélorusses et ukrainiens. En réalité le pouvoir central a gagné du temps, et le fait de ne plus considérer les doses reçues *antérieurement* annule toute possibilité de nouvelles réimplantations obligatoires. Avec l'adoption de ce nouveau concept la réimplantation de tous les habitants des zones à plus de 15 Ci/km^2 n'est plus assurée en Ukraine et en Biélorussie à moins d'être volontaire.

L'émergence des Républiques indépendantes[6] va compliquer davantage la situation par la pénurie alimentaire et les problèmes financiers.

L'intervention de l'OMS et des instances internationales en apportant leur soutien au pouvoir central soviétique a réduit à néant les efforts des scientifiques biélorusses et ukrainiens dans leur tentative de protéger les populations des zones contaminées. Et de cela nous sommes responsables.

QUEL EST L'IMPACT SANITAIRE DE TCHERNOBYL?

Les cancers de la thyroïde et les iodes radioactifs

L'augmentation anormale de la fréquence des cancers thyroïdiens chez les enfants de Belarus est rapportée officiellement dans deux lettres de la revue britannique *Nature* en septembre 1992 [26]. Elle a surpris les milieux médicaux et scientifiques liés à la radioprotection qui ont d'abord nié qu'elle pouvait être due à Tchernobyl [27]. Il a fallu l'aval de scientifiques européens réputés pour que le «ouï-dire» des experts du *Projet international Tchernobyl* soit considéré comme une réalité. C'est la première fois que des experts occidentaux, et qui plus est de l'OMS, apportent leur aide aux médecins de l'ex-URSS et on doit les remercier de leur ténacité pour faire admettre la vérité. Une augmentation des cancers de la thyroïde a également été observée en Ukraine et en Russie, mais moins forte qu'en Belarus. Le nombre de cancers de la thyroïde des adultes a énormément augmenté durant les sept années ayant suivi Tchernobyl et a diminué depuis [22].

Les experts procèdent à la «reconstruction» des doses reçues par la population et les doses à la thyroïde sont désormais revues en hausse. Où sont donc passées les doses d'iode stable distribuées juste après l'accident à 5 400 000 personnes dont 1 700 000 enfants d'après L.Iline pour protéger les thyroïdes de l'effet des iodes radioactifs ? Les contre-mesures

ont été efficaces, bien menées concluait le *Projet International Tchernobyl.* Toutefois, remarque tardivement, en 1991, S. Belyayev, «elles n'ont pas été appliquées dans tous les cas à temps et de façon complète» [25].

Et les autres radionucléides ?

On nous assure, en tout cas en France, qu'à part quelques 200 cancers mortels qui affecteront les «liquidateurs» dans les décennies à venir, les seuls cancers de Tchernobyl seront ces cancers thyroïdiens des enfants. Une fois opérés tout va bien (on ne nous dit pas ce que deviennent le développement intellectuel et la croissance physique de ces enfants opérés) et les conséquences sanitaires de Tchernobyl seraient limitées et essentiellement d'ordre psychologique.

En somme, les iodes mis à part tout se passe comme si le cocktail de radionucléides rejetés (qu'on a trouvé dans le sang des enfants biélorusses et ukrainiens) les césiums 134 et 137, le ruthénium 106, le strontium 90, etc. plus les «particules chaudes» qui renferment les transuraniens, une fois inhalés et ingérés n'auraient aucun effet ?

Les cancers de la thyroïde étant rares chez l'enfant et s'étant manifestés précocement *il a été possible de mettre en évidence leur excès* et leur induction par les iodes radioactifs n'est plus mise en doute aujourd'hui. Par contre, les cancers radioinduits par les autres radionucléides comme les césiums radioactifs ne sont pas spécifiques à un organe particulier. Ce sont les mêmes cancers que les cancers naturels. Soulignons ici que, si dans les cinquante ans à venir on ne peut pas mettre en évidence, d'une façon «statistiquement significative» comme disent les épidémiologistes, un excès de cancers solides dus à ces radioéléments et à l'irradiation externe cela ne voudra pas dire que cet excès n'existe pas (surtout si les statistiques sont sous le contrôle strict du pouvoir gestionnaire). Même une faible augmentation de la proportion de cancers radioinduits par rapport au nombre de cancers naturels, mais s'appliquant à une population numériquement importante pourra représenter, en valeur absolue, des dizaines de milliers de morts en excès [14].

D'autre part Tchernobyl a montré une dégradation de tous les systèmes fonctionnels qui accroît la morbidité et cela devrait avoir des conséquences sur la mortalité pour d'autres causes que les cancers. De plus on ne peut exclure les effets génétiques sur les générations futures comme l'indique une étude récente [28].

Nous voulons mettre en garde: il ne suffit pas de donner des plaquettes d'iode stable aux habitants des alentours des réacteurs pour que les effets sanitaires à long terme d'un accident nucléaire grave disparaissent.

Les « réimplantations » après 1989

Il est quasiment impossible de savoir combien de personnes ont été réellement évacuées des zones contaminées à partir de 1989 et depuis l'accession à l'indépendance des Républiques en 1991 car la proportion de départs vontaires n'est jamais donnée. En 1993 le ministère ukrainien des affaires de Tchernobyl indiquait 98 000 personnes depuis 1989 [14].

En Belarus le rapport de 1996 émanant du «Ministère des urgences et de la protection de la population contre les conséquences de la catastrophe de Tchernobyl» indique que les réimplantations sont «fondamentalement terminées» et concerneraient en tout 131 200 habitants, (les 24 700 évacués de 1986 semblent inclus), sans donner la part des départs volontaires.

On peut estimer à environ 300 000 les réimplantations obligatoires pour les trois Républiques. On voit qu'on est loin d'un programme étendu à toutes les zones sous contrôle avec un million de personnes à évacuer, ce dont s'effrayaient L. Iline, le responsable de la radioprotection soviétique, et ses collègues lorsqu'ils en référaient au Président M. Gorbatchev.

A Paris S. Belyayev [25] affirmait que la considération des contre-mesures sur la base d'analyses coût-efficacité ou coût-bénéfice conduit à la conclusion que la réimplantation n'est pas efficace dans la plupart des cas. Mais ce sont les décideurs et gestionnaires qui font les analyses. Par ailleurs il reconnaissait que «la réimplantation peut éliminer pratiquement toute exposition future à des doses».

Ces doses qui auraient pu être évitées au million d' habitants des zones contaminées sous contrôle représentent des maladies, des souffrances et des morts pour eux et leur descendance et *ce sont nos experts qui ont aidé le pouvoir central soviétique à réduire le nombre effectif des réimplantations.*

LES CONTRE-MESURES PRÉCONISÉES PAR LA CIPR EN CAS D'URGENCE RADIOLOGIQUE

Avant Tchernobyl, la CIPR a recommandé un certain nombre de contre-mesures à mettre en œuvre concernant la phase d'urgence (publication CIPR 40, mai 1984). Ces contre-mesures sont le confinement, la distribution d'iode stable, l'évacuation.

Deux niveaux de dose, les niveaux inférieur et supérieur, définissent un domaine de doses dans lequel est envisagée l'introduction de la contre-mesure et les deux bornes de ce domaine sont bien précisées. En dessous de la limite inférieure de dose, on ne fait rien. Au-dessus de la limite supérieure de dose, égale à 10 fois la limite inférieure, les contre-mesures doivent avoir été effectuées. Il s'agit de doses «projetées», c'est à dire susceptibles d'être reçues par la population d'après l'évolution de la situation.

Ainsi il faut envisager:

- le confinement, quand la dose d'irradiation du corps entier peut dépasser 5 mSv (0,5 rem);
- l'administration d'iode stable si la dose à la thyroïde peut dépasser 50 mSv (5 rem);
- l'évacuation, si la dose corps entier peut dépasser 50 mSv ou la dose à la thyroïde 500 mSv (50 rem).

A chaque étape de la décision une analyse coût/bénéfice est effectuée, la contre-mesure doit apporter plus de bénéfice que de détriment. Evidemment le simple citoyen ignore la subtilité des calculs des experts qui discutent du prix de sa vie.

Il semble bien que pour la Protection Civile les limites inférieures du domaine de doses étaient considérées comme des limites au-delà desquelles on décrétait la contre-mesure [29].

La CIPR 40 ne donnait pas d'indication concernant la réimplantation, déplacement d'habitants hors d'une région contaminée avec relogement de longue durée, voire définitif. En fait la situation créée par Tchernobyl où, après les évacuations de la phase d'urgence, de nouveaux déplacements de populations se sont avérés nécessaires après trois ans de vie sur des terrains contaminés, n'avait pas été envisagée.

Tirant probablement des enseignements de la catastrophe de Tchernobyl en ce qui concerne les problèmes de limites de dose pour les diverses contre-mesures, la CIPR fait de nouvelles recommandations pour les niveaux d'intervention en 1992 dans la publication 63. Désormais on ne raisonne plus en doses *projetées* susceptibles d'être reçues si on ne fait rien, mais en doses *évitées* par la mise en œuvre de la contre-mesure. Cette contre-mesure doit être *justifiée*, c'est à dire que le bénéfice (le coût du détriment sanitaire évité, comme les cancers radioinduits évités) doit être supérieur au coût de l'intervention ((par exemple le coût de l'évacuation: transport, relogement, etc). L'intervention doit être optimisée, c'est à dire que le bénéfice doit être maximum. Les doses évitées dépendent, bien sûr, du moment où la contre-mesure est mise en œuvre.

Pour la phase d'urgence, la CIPR précise bien le niveau de dose toujours justifié des diverses contre-mesures: confinement,

distribution d'iode stable, évacuation (inférieure à une semaine). Ces niveaux de dose justifiés correspondent aux limites *supérieures* de 1984. Par contre le domaine de doses dans lequel doit se trouver le niveau optimisé n'est pas défini d'une façon précise, car si les limites supérieures justifiées sont précisées, les limites inférieures, elles, sont floues. Ainsi la valeur optimisée *« doit être inférieure à la valeur justifiée d'un facteur pas plus grand que 10»*. C'est dans ce domaine de doses, flou vers le bas et précis vers le haut, que l'optimisation de l'intervention doit être effectuée. Dans la mesure où, dans la phase d'urgence *seules les valeurs «presque toujours justifiées» sont précisées,* il est à craindre que ce ne soient elles qui servent de guide aux autorités dans le cas d'un accident grave. En fait, le seul impératif pour la CIPR c'est d'éviter des doses qui entraîneraient l'apparition d'effets déterministes précoces dans la population (érythèmes, cataractes, signes de maladie des rayons, etc.).

En ce qui concerne le long terme, la CIPR envisage désormais les réimplantations d'une façon concrète et donne à la fois la valeur justifiée et un domaine de doses optimisées pour les réimplantations (pour les normes alimentaires également).

Ainsi, le relogement hors de la zone contaminée ne serait justifié que si la dose efficace évitée moyenne était de l'ordre de 1 sievert (100 rem) mais il est ajouté qu'après un accident très sévère cette dose «pourrait même être supérieure à ce niveau de référence» [de 1 sievert] c'est à dire du même ordre de grandeur que la dose de trois fois 35 rem recommandée par Beninson et Pellerin en Biélorussie en juin 1989 et même supérieure à cette valeur. Cela n'a rien d'étonnant puisque la CIPR a fait ces recommandations alors qu'elle était présidée par Beninson et que Pellerin était membre de la sous-commission 4 qui les a éléborées. La CIPR ne précise pas si cette dose justifiée de 1 Sv, ou même supérieure, correspond à une dose sur la vie.

La CIPR préconisait en 1984 de tenir compte des coûts économiques et sociaux pour *optimiser* les contre-mesures. Elle précise dans ses nouvelles recommandations quelques coûts monétaires dans le cas des réimplantations qui est donné comme exemple d'application d'une optimisation. Ainsi, elle évalue pour trois types de pays, le coût α de l'homme-sievert qui est l'unité de dose collective [5] lié au prix de la vie d'un individu dans le cas d'un cancer mortel radioinduit. Elle donne les valeurs optimisées du coût d'une réimplantation c, (par personne et par mois), et du débit de dose optimisé c/α, en millisievert par mois.

Remarque: la vie d'un individu d'un pays pauvre vaut 33 fois moins que celle d'un pays riche. Le prix d'un riche américain est évalué à 2 millions de dollars[7], le prix d'un pauvre chinois lui, ne dépasse pas 60 000 dollars. La CIPR ne donne pas d'indication pour le prix d'un pauvre américain ou d'un riche chinois. La conséquence de ces recommandations est que les individus des pays pauvres ne seraient obligatoirement réimplantés que pour un débit de dose de 15 mSv/mois, niveau trois fois plus élevé que ce qui est recommandé pour un pays développé riche.

Le rapport conclut: «Il en découle que le débit de dose pour lequel une réimplantation

Types de pays	coût en $ d'une réimplantation (par homme-mois) c	coût en $ de l'homme-sievert α	débit de dose «optimisé» (mSv/mois) c/α
Pays développé riche	500	100 000	5
Pays développé	200	20 000	10
Pays en voie de développement	40	3000	15

est optimisée, est d'environ 10 mSv par mois et cette estimation est assez solide autour de cette valeur». La durée de la réimplantation n'est pas précisée. Avec un débit de dose moyen de 10 mSv/mois soit 1 rem/mois, le critère soviétique de réimplantation obligatoire de 35 rem en 70 ans, serait atteint en 3 ans, et en 10 ans on dépasserait les deux à trois fois 35 rem de Beninson et Pellerin... Alors quelle est la dose *optimisée* sur 70 ans de la CIPR, correspondant à un relogement définitif hors des zones contaminées ?

Finalement, peut-être doit-on considérer que c'est une «chance» qu'ont eue les 135 000 évacués de 1986 et les populations qui ont été «réimplantées» après 1989 d'avoir été gérées par le pouvoir autoritaire soviétique ! On peut se demander si un pouvoir démocratique à l'occidentale n'aurait pas imposé des limites bien plus élevées pour éviter les évacuations en laissant vivre les populations sur des territoires notablement contaminés...

CONCLUSION

Quand on examine les interventions des experts occidentaux dans la gestion des conséquences de la catastrophe de Tchernobyl, on voit clairement qu'ils ont apporté un soutien sans réserve au pouvoir central soviétique et à ses experts scientifiques au détriment de la santé de la population. Cette action de nos experts n'a guère soulevé de critiques ni dans la communauté scientifique, ni dans les corps intermédiaires (corps médical, syndicats, associations) ni dans les médias.

Notre responsabilité dans les conséquences sanitaires de l'accident de Tchernobyl est donc entière. De plus, l'action de nos experts a permis d'introduire, à partir de l'expérience de Tchernobyl, des critères strictement économiques pour la gestion des crises futures qui seront redoutables pour les accidents nucléaires dont on ne peut pas exclure la possibilité chez nous.

NOTES

* Cet article reprend une communication à paraître dans les Actes de la 2e conférence scientifique internationale sur les conséquences de la catastrophe de Tchernobyl, «Santé et information, des incertitudes aux interventions dans les régions contaminées de Tchernobyl» organisée par le Centre universitaire d'Ecologie Humaine et des Sciences de l'Environnement, Genève, 13-14 nov. 1997, sous le titre «Western responsibility regarding the health consequences of the Chernobyl catastrophe in Belarus, the Ukraine and Russia».

1. Zones sous contrôle périodique: niveau de C_{137} de 5 à 15 Ci/km^2 (185 000-555 000 Bq/m^2). Zones sous contrôle strict, permanent: niveau de C_{137} supérieur à 15 Ci/km^2
2. CIPR publication 26, 1977.
3. Par exemple pour les enfants d'un an la dose moyenne à la thyroïde est de 4,3 milligray (4,3 mGy) en Biélorussie alors qu'elle est de 26 mGy pour les régions les plus affectées du nord de l'Ukraine. Ces estimations se révèleront complètement erronées comme le montrera l'apparition des nombreux cancers de la thyroïde chez les enfants biélorusses.
4. Dans ses recommandations de 1992 (CIPR 63), la CIPR précisera que la «réimplantation» («relocation», en anglais) se distingue de l'évacuation car c'est le déplacement de populations dans le long terme avec relogement, [comme les réimplantations en Ukraine, Biélorussie et Russie après 1989], contrairement à l'évacuation qui a lieu dans la phase d'urgence.
   Le terme réimplantation a été utilisé à Paris dans la communication de Belyayev [25]. D'autres auteurs traduiront «relocation» par relogement (mais la CIPR n'en précise pas la durée (relogement provisoire ou définitif ?).
5. La dose efficace est relative au corps entier. Elle est la somme pondérée des doses aux différents organes, chaque dose étant multipliée par un coefficient de pondération propre à l'organe. Ces coefficients varient au cours du temps: par exemple si le coefficient de pondération de la thyroïde a augmenté entre 1977 (CIPR 26) et 1990 (CIPR 60), celui des surfaces osseuses a par contre diminué.

6. Après l'implosion de l'URSS en 1991, la République Socialiste Soviétique de Biélorussie prend le nom de République de Belarus.
7. Voir la référence [5]. Le risque de cancer mortel est, d'après la CIPR 60, de 5 % par Sv. Si une dose collective d'un homme-sievert coûte 100 000 dollars, alors une vie vaut 100 000 : 0,05 = 2 millions de dollars. Mais il semble bien que ce montant représente le coût social d'une mort par cancer radioinduit et non le prix d'une vie.

RÉFÉRENCES

[1] Dossier «Tchernobyl trois ans après», in *Gazette Nucléaire,* n° 96/97, juillet 1989.

[2] AIEA, *INFCIRC/380,* Vienne, 25 juillet 1990.

[3] Dossier «Gestion post-Tchernobyl», in *Gazette Nucléaire,* n° 100, mars 1990.

[4] USSR State Committee on the Utilization of Nuclear Energy, «The Accident at the Chernobyl Nuclear Plant and its Consequences. Information Compiled for the IAEA Experts' Meeting», 25-29 August 1986, Vienna.

[5] La dose collective s'exprime en homme-sievert (ou en homme-rem). C'est le produit de la dose moyenne reçue par un membre du groupe (en sieverts ou en rems) par le nombre d'individus de ce groupe. C'est cette dose qui, multipliée par le facteur de risque cancérigène, permet de déterminer le nombre de cancers mortels radioinduits. En 1977 le risque de cancer mortel est de 1,25 % par sievert. A une dose collective de 10 000 homme-sievert correspondent 125 cancers mortels radioinduits. En 1990 (CIPR 60) il est multiplié par quatre et est estimé à 5 % par sievert. A une dose collective de 10 000 homme-sievert correspondent 500 cancers mortels radioinduits.

[6] *Science*, Sept. 12, 1986, vol. 233.

[7] Commission des Communautés Européennes. «L'accident nucléaire de Tchernobyl et ses conséquences dans le cadre de la communauté européenne», *COM* (86) 607, oct. 1986.

[8] *Nucleonics Week*, May 10, 1990, p. 3.

[9] A. MOISEEV, «Analysis of the Radiological Consequences of the Chernobyl Accident for the Population in the European Part of the USSR», WHO Consultation on Epidemiology related to the Chernobyl Accident, Copenhague, 13-14 May 1987.

[10] *Libération,* 4 nov. 1987.

[11] L. A. IL'IN, O. A. PAVLOVSKIJ, «Radiological Consequences of the Chernobyl Accident in the Soviet Union and Mesures Taken to Mitigate their Impact», in *IAEA Bulletin,* 4/1987.

[12] L. A. IL'IN, «The Chernobyl experience in the context of current radiation protection problems», Proccedings of an International Conference, Sydney 18-22 April 1988, *Radiation Protection in nuclear energy*, vol. 2 p. 363.

[13] *Sources, effects and risks of ionizing radiationn*, UNSCEAR, Report to the General Assembly 1988 : La dose efficace engagée collective est 226 000 homme-sievert, p. 369

[14] Bella et Roger BELBÉOCH, *Tchernobyl une catastrophe,* Editions ALLIA, Paris, 1993.

[15] *Sobiecednik*, n°17, avril 1989, cité dans la *Gazette Nucléaire,* n°96/97

[16] *Gazette Nucléaire,* n°84/85, janvier 1988, p. 26

[17] *Pravda d'Ukraine,* 5 et 15 juillet 1989. Les cartes des régions de limitation de cueillette figurent dans les références [3] et [14].

[18] *Chernobyl Reactor Accident,* Report of a Consultation, 6 may 1986, WHO, Copenhague.

[19] *Gazette Nucléaire,* n°101/102, mai 1990, p. 32

[20] Dossier «Tchernobyl 5 ans après» (22 pages), in *Gazette Nucléaire,* n°109/110.

[21] *The International Chernobyl Project. An Overview. Assessment of radiological consequences and evaluation of protective peasures*, Report by an International Advisory Commitee, May 1991.

[22] Données communiquées par le Dr Marie-Hélène Montaigne, Association Avicenne, Ronchain, France.

[23] G.I. LAZJUK et al., «Frequency of Changes of Inherited Anomalies in the Republic of Belarus after the Chernobyl Accident» in *Radiation Protection Dosimetry,* vol. 62, n°1/2, 1995, pp. 71-74.

[24] Dossier «Tchernobyl 11 ans après» (12 pages), in *Gazette Nucléaire,* n°157/158, mai 1997.

[25] S. T. BELYAYEV, V. F. DEMIN, «Les conséquences à long terme de Tchernobyl, les contre-mesures et leur efficacité», in *Actes de la conférence internationale : Les accidents nucléaires et le futur de l'énergie. Leçons tirées de Tchernobyl,* 15-16-17 avril 1991, Paris.

[26] V. S. KAZAKOV, E. P. DEMIDCHIK, L. N. ASTAKHOVA, «Thyroïd Cancer After Chernobyl», (Scientific Correspondence) *Nature*, 3 Sept. 1992, vol. 359 p. 21.

K. BAVERSTOCK, B. EGLOFF, C. RUCHTI, D. WILLIAMS, A. PINCHERA. Ibid, p. 21-22.
[27] B. BELBÉOCH, «En Biélorussie: cancers de la thyroïde chez les enfants», in *Gazette Nucléaire,* n° 119/120, août 1992.
[28] Yuri DUBROVA et al, «Human Minisatellite Mutation Rate after the Chernobyl Accident», in *Nature,* vol. 380, 25 April 1996, p. 683-686.
[29] M. GENESCO (responsable de la protection civile) communication personnelle, 28/2/1989.

ANNEXE

Populations vivant sur les territoires légalement contaminés en Ukraine, Biélorussie et Fédération de Russie

Contamination surfacique en Cs 137 (Ci/km^2)	Population (en milliers d'habitants)			
	Biélorussie	Ukraine	Russie	Total
1-5	1840	~2250	~2300	~6400
5-15 (zones sous contrôle périodique)	267,2	204,2	113	584,4
15-40 (zones sous contrôle permanent, strict)	95,7	29,7	80,9	206,3
> 40 «réimplantation» obligatoire 1990-1992 ?	11,6	19,2	4,6	35,4

Les données proviennent des références [2], [20], [14]; définition des zones sous contrôle, référence [1].

Les risques des politiques électronucléaires

Franco ROMERIO

1. INTRODUCTION*

Nous effectuons un bilan des risques des politiques électronucléaires à la fois du point de vue de la sécurité des approvisionnements énergétiques et de la sécurité environnementale. On effectue une analyse de type rétrospectif, tout en proposant des réflexions sur les choix futurs. On se réfère aux expériences réalisées dans la zone Europe de l'OCDE depuis les années 1950, en particulier en France, en Suisse et au Royaume Uni, et sur quelques points précis, aux Etats-Unis. Nos conclusions peuvent être extrapolées à d'autres régions, ainsi qu'à d'autres stratégies énergétiques qui ont la caractéristique d'être peu diversifiées.

2. MÉTHODOLOGIE

Nous définissons un modèle permettant d'expliquer et d'évaluer les choix qui ont été opérés par les acteurs en jeu (en particulier, les gouvernements, les sociétés électriques et le secteur nucléaire). Ce modèle prend en considération les objectifs des acteurs, les contraintes auxquels ils doivent faire face, les marges de liberté dont ils peuvent bénéficier, ainsi que les moyens d'intervention dont ils disposent. Nous discutons ce modèle par rapport aux résultats obtenus dans le passé. Nous mettons l'accent sur l'analyse et la gestion des risques. Nous prenons en considération non seulement l'électronucléaire, mais aussi le thermique fossile, car il représente le concurrent traditionnel du nucléaire.

Nous examinons le problème de l'écart existant entre la «réalité» et les «objectifs» que les acteurs en jeu se donnent, entre ce qu'on est «effectivement en mesure d'offrir» et ce qui est «simplement souhaitable». En effet, très souvent on constate que ce que les acteurs (ou les «experts») présentent comme le résultat d'une «analyse» ou d'une «prévision», en réalité représente un «objectif à atteindre». Le choix des outils d'analyse et de prévision reflète cette démarche.

Notre modèle est de type qualitatif, car nous pensons qu'il n'est pas possible de comprendre et d'évaluer les politiques énergétiques avec une information purement quantitative. L'information qualitative est par ailleurs très riche dans ce domaine.

Nous adoptons une démarche interdisciplinaire qui essaye d'intégrer les sciences humaines et les sciences de l'ingénieur.

3. LA SÉCURITÉ DES APPROVISIONNEMENTS

3.1. Les choix de politique énergétique

Le modèle que nous utilisons pour comprendre et évaluer les choix de politique énergétique se définit par les éléments suivants: premièrement, la recherche d'un degré élevé d'indépendance énergétique avec des ressources énergétiques abondantes et bon marché; deuxièmement, le développement du nucléaire, qui devrait permettre d'atteindre cet objectif; troisièmement, l'accroissement de la part de l'électricité dans un marché de

l'énergie en expansion, qui est indispensable à la pénétration du nucléaire (dans ce sens, nous appelons ce modèle «le modèle des parts de marché»)[1].

A l'origine de ce modèle, il y a le climat politique des années 1950-1960, profondément marqué par la guerre froide et la décolonisation. Il faut rappeler qu'à cette époque on mythifie le progrès technique, que le nucléaire incarne tout naturellement. On mise sur les synergies existant entre nucléaire militaire et civil. On voit dans le nucléaire une technologie permettant de créer une nouvelle branche industrielle.

Le tableau ci-dessous montre les programmes nucléaires mis au point dans la zone Europe de l'OCDE depuis les années 1950. On constate qu'on envisage des programmes ambitieux jusqu'à 1982. Dans un laps de temps d'environ 20 ans, ils peuvent représenter presque 50 % de la puissance totale anticipée. On relève aussi l'écart impressionnant entre programmes et réalisations. Ces programmes sont définis par les sociétés électriques avec l'appui des gouvernements.

Dans ce qui suit, nous examinons trois problèmes qui aident à comprendre les revers subis par le nucléaire illustrés par le tableau 1. Ceci nous permet de mettre en évidence les contraintes, les marges de liberté et les moyens d'intervention du «modèle des parts de marché». Nous examinons avant tout l'évolution de la consommation d'électricité, ensuite le problème des coûts de production, enfin la question de l'uranium et des combustibles fossiles. La question environnementale sera étudiée au chapitre 4.

3.2. Les problèmes

3.2.1. La consommation d'électricité

Le «modèle des parts de marché» mise sur une forte augmentation de la consommation d'électricité. Dans les années 1950 et 1960, on anticipe des taux d'accroissement annuels moyens de l'ordre de 7.2 % (on appelle cette tendance, «la loi du doublement de la consommation tous les dix ans»[2]). Pour y parvenir, les sociétés électriques mettent au point

Programmes nucléaires et réalisations dans la zone OCDE-Europe entre 1956 et 1996 (en GWe)

Programmes définis en	Déjà installé	Programmes portant sur							
		1975	1980	1985	1990	1995	2000	2010	2020
1956[a]	< 1	33							
1960[b]	< 1	10-35							
1966[c]	6	40	90						
1970[d]	10	34-42	79-118	142-263					
1973[d]	16		73-85	155-204	280-448				
1975[d]	19		65-79	165-212	262-380		409-804		
1978[e]	26			107-146	195-273	260-418	310-560		
1979[d]	41			100-113	165-209	224-291	275-407		
1982[e]	47				142-158	171-219	223-317	329-557	421-803
1986[d]	77				121	140	172		
1992[d]	118					124	130	131	
1996[d]	121						128	120-122	
Réalisations		**19**	**47**	**92**	**120**	**121**			

Sources: a) OECE. *L'Europe face à ses besoins croissants en énergie.* b) OECE. *L'énergie en Europe, Nouvelles perspectives.* c) OCDE. *Politique énergétique.* d) OCDE. *Uranium, ressources, production et demande (livre rouge).* e) OCDE. *L'énergie nucléaire et son cycle du combustible (livre jaune).*

des stratégies de marketing, et vérifient constamment que les prix de l'électricité restent compétitifs. L'objectif est d'accroître la part de marché de l'énergie électrique. L'exemple de la France est particulièrement intéressant. En 1946, dans le Rapport du Commissariat au plan, on affirme que le niveau de consommation de 1951 «apparaît encore modeste», et que dans l'avenir se posera le problème «d'une tarification apte à ne pas freiner la demande». En 1956, Salmon, Commissaire à la normalisation, relève que l'accroissement annuel de la consommation d'électricité, qui est supérieur à 7 %, «n'est pas dû au hasard, mais bien à l'expansion voulue par le gouvernement français». La réforme du système tarifaire, selon des critères marginalistes, entreprise par Electricité de France (EdF) au début des années 1960, a pour but «d'orienter les choix des usagers au mieux de l'intérêt général». La promotion de la consommation reste cependant prioritaire. En effet, dès que le courant électrique est concurrencé par les combustibles liquides, on n'hésite pas à admettre des dérogations au système tarifaire marginaliste qu'on vient de créer. Enfin, il convient de rappeler qu'au début des années 1970, Dubois, de la Section de la promotion commerciale d'EdF, relève l'importance de la pénétration de l'électricité dans les applications thermiques, «point clé de la création d'un réflexe *tout électrique* en matière de confort»[3].

Toutefois, à partir de la deuxième moitié des années 1970, la consommation d'électricité s'accroît à un rythme nettement plus bas que par le passé. Les taux d'accroissement annuels tombent d'environ 7 % à 3 %. Parmi les causes de ce changement, il convient de citer le fait que les substitutions au profit de l'électricité dans les applications thermiques ne se réalisent pas avec l'intensité prévue. La diminution du rythme d'accroissement de la consommation explique en partie la révision vers la baisse des programmes nucléaires. Certains milieux liés à l'énergie nucléaire anticipent toutefois la reprise de la consommation d'électricité, et continuent à tabler sur des taux d'accroissement de l'ordre de 6-8 %[4].

Le plus souvent, ce qu'on présente comme des «prévisions» de la consommation d'électricité représente des «objectifs à atteindre». Dans ce sens, nous pouvons parler de «prévisions-objectif». Le choix des outils de prévision reflète cette approche. Lorsque les taux d'accroissement sont élevés, on utilise les techniques d'extrapolation et les corrélations statistiques entre la consommation d'électricité, le PIB et la variable «temps» pour vérifier et justifier les stratégies de politique électronucléaire. Plus tard, lorsque les taux d'accroissement de la consommation tombent, l'évolution du marché énergétique est moins claire, la question énergétique est plus conflictuelle, on définit des scénarios et on construit des modèles économétriques et technico-économiques pour effectuer ce même travail. Dans les deux cas, on procède de la manière suivante: avant tout, on essaie de vérifier le degré de réalisme des objectifs envisagés, que par la suite on présente comme l'évolution «presque inéluctable» de la consommation, que les programmes d'investissement doivent être en mesure de satisfaire.

3.2.2. Les coûts de production

Le modèle mise sur la réduction massive des coûts de production de l'énergie nucléaire. Dans les années 1950 et 1960, on anticipe l'apparition d'un écart croissant entre le coût du thermique fossile et celui du nucléaire (favorable à ce dernier). En 1957, les experts de la European atomic energy commission (Euratom) estiment qu'à l'horizon 1975 le rapport entre le coût de l'énergie nucléaire et celui du thermique fossile sera de 0.6[5]. A cet égard, il convient de rappeler que traditionnellement on vérifie la compétitivité du nucléaire par rapport au thermique fossile, jamais par rapport aux économies d'énergie, ce qui montre bien l'objectif productiviste des organisations qui comme l'OCDE effectuent ces analyses[6].

En réalité, le nucléaire n'atteint pas, ou seulement de justesse, la compétitivité par rapport au thermique fossile. Cette évolution peut s'expliquer par les facteurs suivants. En ce qui concerne le coût du capital, des goulets d'étranglement apparaissent au niveau de la standardisation des équipements, des économies d'échelle, de la transposition de la technologie des centrales thermiques fossiles dans les centrales nucléaires, de la sécurité. En ce qui concerne le coût du combustible, la position concurrentielle du nucléaire est affaiblie par le fait que le prix du charbon n'augmente pas comme prévu[7]. A cet égard, il convient de relever que les anticipations de l'évolution du prix du charbon ont quelques choses de paradoxal. En effet, d'une part on anticipe le déclin du charbon au profit du nucléaire, et de l'autre on escompte l'augmentation de son prix. La mauvaise gestion des programmes nucléaires explique en partie les échecs enregistrés dans quelques pays. Les mouvements écologistes sont seulement partiellement responsables de l'augmentation des coûts due à l'accroissement des temps de construction des centrales. En effet, à l'origine de ce problème il y a aussi la mauvaise gestion technique et économique du secteur nucléaire lui même[8]. L'ouverture du marché de l'électricité à la concurrence pénalise les investissements ayant des longs temps de retour, provoquant des risques élevés, nécessitant d'une organisation centralisée, comme c'est le cas de l'énergie nucléaire[9].

Dans ce domaine aussi, on s'aperçoit que ce qu'on présente comme des «estimations objectives» des coûts de production, pour la plupart du temps représente des «objectifs à atteindre». En Angleterre, le Central Electricity Generating Board (CEGB) a reconnu que les variables utilisées pour estimer les coûts de production avaient «the nature of targets». Le Select Committee on Energy de la Chambre des Communes a critiqué les chiffres produits par le CEGB, car ils sont «difficult to follow, inadequately presented and based on questionable, and often unspecified assumptions». La Commission des cartels a relevé que le programme nucléaire «is proposed on the basis of investment appraisals which are seriously defective and liable to mislead»[10]. A Electricité de France, Ailleret a relevé le «mécanisme subconscient» «qui fait que l'on choisit toujours plus volontiers les combinaisons de paramètres inconnus qui conduisent au prix de revient le plus voisin de celui qui est nécessaire pour que l'invention soit viable»[11]. Les outils utilisés pour effectuer les analyses ne sont pas toujours à la hauteur du défi. Lorsqu'on évalue un investissement, on choisit le taux d'actualisation qui rend le nucléaire compétitif, ou l'on suppose qu'il est soit de 5 % soit de 10 %. On retarde le démantèlement des centrales nucléaires en vue de faire baisser les coûts[12]. On ne soumet pas le problème des «temps de retour» à une analyse approfondie. On n'essaye pas de mesurer les différents types de risques liés à l'industrie nucléaire, et on ne s'interroge pas sur la crédibilité des jugements fournis par les experts consultés. Il arrive qu'on biaise les analyses de sensibilité pour faire apparaître l'avantage économique du nucléaire. On utilise très rarement les critères de décision en avenir incertain[13]. De là découle le peu de sensibilité qu'on montre à l'égard de la gestion du risque. L'analyse du risque d'accident majeur en termes d'espérance mathématique n'est pas non plus entièrement satisfaisante, comme on le verra au point 4.2.1.

3.2.3. Les combustibles

3.2.3.1. L'uranium

Les ressources d'uranium sont très abondantes et sont situées dans des régions appartenant à des alliances militaires qui ne sont pas nuisibles à l'Occident. Le problème du combustible nucléaire ne représente donc pas une contrainte majeure pour le «modèle des parts de marché»[14]. Le problème de l'épuisement des ressources d'uranium se pose seulement si l'on envisage des programmes nucléaires très ambitieux à l'échelle planétaire et des hypothèses très pessimistes concernant la découverte de nouveaux gisements.

Souvent, toutefois, l'argument de l'épuisement des ressources d'uranium est utilisé pour combattre le nucléaire ou justifier la surgénération. Les milieux antinucléaires exagèrent en effet le problème de l'épuisement des ressources pour démontrer que l'énergie nucléaire ne peut fournir aucune réponse aux problèmes énergétiques de la planète. Les milieux de la surgénération, en revanche, essayent d'utiliser ce même argument pour démontrer l'inéluctabilité de cette technologie[15].

3.2.3.2. Le charbon

Au cours des années 1960, on constate une forte diminution de la consommation totale de charbon. Dans une optique de court terme, on délaisse le charbon au profit du pétrole, plus concurrentiel. Quelques industries, en particulier le secteur électrique, continuent à utiliser le charbon dans le but de protéger les mines nationales, qui par ailleurs ont un potentiel relativement restreint. Dans une optique de long terme, on l'abandonne car on vise l'indépendance énergétique à travers le développement du nucléaire. Par ailleurs, on identifie le progrès technique avec le nucléaire et le retard avec le charbon. On n'envisage pas de s'approvisionner sur le marché international, et d'utiliser les énormes ressources de charbon qui se trouvent dans les autres continents.

Cette option provoque une distorsion des ressources, car le fait de court-circuiter le marché international du charbon biaise la compétition entre la production nucléaire et la production thermique fossile. En outre, elle pénalise la R&D dans les technologies du charbon ayant des rendements thermodynamiques très élevés, minimisant l'impact environnemental, économiquement compétitives. Par exemple, on aurait pu investir dans la gazéification souterraine du charbon, qui par ailleurs évite d'envoyer les hommes à creuser dans les viscères de la terre[16].

3.2.3.3. Le pétrole

Au cours des années 1960, on observe une forte augmentation de la consommation de pétrole. On opte pour les combustibles liquides en attendant l'ère nucléaire. Le pétrole représente la solution de court-terme, tandis que le nucléaire, la solution de long terme. On sous-estime le risque de court terme, lié à une dépendance excessive du pétrole, au profit d'une vision de long terme[17]. C'est un exemple plutôt rare où le court terme est sacrifié au long terme. Le choc de 1973 entérine le «modèle des parts de marché». Cependant, dans quelques pays, il bouleverse les plans d'équipement, car on comptait sur une transition plus graduelle du pétrole au nucléaire.

4. LA SÉCURITÉ DE L'ENVIRONNEMENT

4.1. Les choix de politique environnementale

Le «modèle des parts de marché» pose des problèmes environnementaux relativement aigus pour deux raisons. D'une part, il est fortement influencé par les modèles traditionnels de développement, qui couplent une forte croissance économique avec un fort accroissement de la consommation d'énergie. D'autre part, il est fortement dépendant de la technologie nucléaire, qui engendre des risques difficiles à maîtriser.

L'essai de «conciliation» du «modèle des parts de marché» avec l'environnement s'effectue à deux niveaux. Premièrement, on essaie de prendre en considération les problèmes environnementaux dans le but de rendre viables les moyens de production envisagés. Dans cette perspective, on définit des objectifs de radioprotection qu'on essaie d'atteindre à travers la mise au point d'un certain nombre de parades. Deuxièmement, on affirme que grâce au développement de l'énergie nucléaire on diminue les émissions de particules, de SO_2, de NO_x et de CO_2 dans l'atmosphère dues aux centrales thermiques fossiles.

Dans ce qui suit, nous analysons deux problèmes qui aident à comprendre les difficultés de développement de l'énergie nucléaire, à savoir la sécurité des centrales nucléaires et le confinement des déchets hautement radioactifs. Nous examinons aussi la question des technologies permettant de réduire les émissions dans l'atmosphère des centrales thermiques fossiles, car comme on l'a déjà vu le thermique fossile représente le concurrent traditionnel du nucléaire.

Ces problèmes assument une importance d'autant plus grande que la société se montre sensible aux risques environnementaux, comme c'est le cas depuis une vingtaine d'années dans un certain nombre de pays. Le mouvement écologiste a évidemment cherché de tirer profit des «failles» de l'industrie nucléaire pour demander l'abandon de cette technologie.

4.2. Les problèmes

4.2.1. La sécurité des centrales nucléaires

La sécurité des centrales nucléaires est définie sur la base d'un «compromis» entre les exigences de la radioprotection d'une part, et les objectifs du développement de l'énergie nucléaire d'autre part. On affirme en effet que les risques d'accident doivent être «aussi faibles que possible», «compte-tenu des facteurs économiques et sociaux»[18]. Les risques doivent toutefois être inférieurs aux limites convenues. Par exemple, on affirme que l'accident pouvant provoquer une exposition de 0.15 Sievert doit avoir une probabilité de survenance inférieure ou égale à 10^{-4} par réacteur et par an. La fixation de cette limite est de compétence des autorités nationales, et en principe se base sur une comparaison entre les risques provoqués par l'énergie nucléaire et ceux engendrés par d'autres industries déjà établies, largement acceptées par le public, comme la chimie. Il s'agit d'une «approche historique» du problème de l'acceptabilité, qui malheureusement ne tient pas suffisamment en considération le fait que les exigences de sécurité évoluent dans le temps. En outre, il s'agit d'une «approche nationale» d'un problème qui comme la catastrophe de Tchernobyl le montre, possède une dimension internationale.

L'expérience montre que les objectifs de sécurité sont difficiles à atteindre. Par exemple, dans des papiers présentés à des conférences de l'IAEA en 1988, les experts du Commissariat à l'énergie atomique relèvent que la probabilité de fusion du cœur ayant des conséquences radiologiques inacceptables est nettement supérieure à l'objectif visé (10^{-7} par réacteur et par an). Pour faire face à cette situation, on doit installer des turbogénérateurs, ainsi que des équipements d'écrêtement de la pression dans les centrales nucléaires en France. Dans un rapport confidentiel rédigé par Tanguy, d'Electricité de France, on apprend que la probabilité d'occurrence d'une rupture brutale des tubes des générateurs de vapeur «n'est pas négligeable». On lit aussi que cet accident «difficile à gérer», si «bien conduit», ne provoque pas des émissions dans l'atmosphère. On relève que la probabilité d'occurrence des accidents graves, exigeant le déclenchement du plan d'urgence sur le site, est d'environ 10^{-5} par réacteur et par an[19].

Les systèmes de sécurité des centrales nucléaires peuvent être mis en échec par les erreurs de pilotage, les «modes communs de défaillance» (qui paralysent les systèmes redondants), la fragilisation des matériaux soumis au flux de radiations, ainsi que la rupture du confinement. Celle-ci peut faire suite à la fusion du cœur, qui à son tour peut provoquer l'érosion de la base du réacteur, l'augmentation de la pression à l'intérieur du confinement, ou l'explosion d'hydrogène. Il convient de rappeler que les principaux systèmes de sécurité d'une centrale nucléaire comprennent: 1) les coefficients de réactivité négatifs, qui déclenchent une réaction en sens inverse lorsque le facteur de multiplication des neutrons est sensiblement plus grand que 1; 2) les barres de contrôle, qui permettent d'arrêter le réacteur; 3) le refroidissement

d'urgence, qui permet l'évacuation de la chaleur du réacteur en cas d'accident de perte de refroidissement; 4) les barrières multiples (la gaine du combustible, le caisson du réacteur et le confinement d'acier et de béton), qui diminuent le risque de diffusion des produits de fission et des transuraniens dans la centrale ou à l'extérieur en cas d'accident; 5) la redondance des équipements, qui diminue le risque de perte de fonctions vitales de la centrales en cas de panne.

Souvent, ce qu'on présente comme des «acquis» de la sécurité nucléaire représente des «objectifs à atteindre». On ne fait pas une distinction suffisamment claire entre «objectifs» et «réalité», entre «sécurité souhaitée» et «sécurité qu'on est en mesure d'offrir réellement». En outre, publiquement, on manifeste une attitude très «rassurante»; on met l'accent sur ce qui est «exemplaire», mais on tend à sous-estimer les points les plus faibles de la sécurité.

Le «risque» d'accident est estimé en termes d'espérance mathématique. Celle-ci peut toutefois provoquer une grave perte d'information, en particulier lorsqu'une très faible «probabilité» est associée à un «effet» très important, comme dans le cas de l'accident nucléaire majeur. L'estimation des «probabilités de survenance» de l'accident présente des difficultés considérables. Elle est effectuée à travers la technique des «arbres d'événements». Ceci signifie qu'on doit identifier les événements qui peuvent engendrer un accident, la chaîne de conséquences qu'ils peuvent induire, les réponses des systèmes de sécurité, jusqu'au résultat final, qui peut être le retour à la normale ou l'accident. En même temps, à chaque séquence on associe une probabilité. On détermine ainsi les probabilités d'accident et les probabilités de retour à la normale. En fait, plusieurs facteurs peuvent biaiser ces estimations: l'exhaustivité est un objectif essentiel de cette approche, mais difficile à atteindre; les modes communs de défaillance «demeurent rebelles» vis-à-vis de cette méthodologie (l'expression est des experts du Commissariat à l'énergie atomique[20]); le facteur humain n'est pas toujours intégré de manière adéquate dans l'architecture des «arbres d'événements»; enfin, l'utilisation de données obtenues sur des équipements qui ne sont pas soumis au stress des radiations est peut-être inévitable, mais pas toujours satisfaisante. L'estimation des «effets» provoqués par un accident majeur pose aussi des problèmes délicats. Ici il suffit de rappeler les difficultés qui existent à modéliser les effets d'un accident nucléaire, en particulier la relation entre la dose d'irradiation absorbée par la population et les effets sur la santé[21], pour souligner la fragilité des outils avec lesquels on travaille.

4.2.2. Le confinement des déchets hautement radioactifs

Les dépôts de déchets hautement radioactifs doivent assurer le confinement des produits de fission et des transuraniens pour plusieurs centaines, voire pour plusieurs milliers d'années. Quelques gouvernements, devant faire face au retard du secteur électronucléaire dans ce domaine, ont soumis l'octroi de la permission de construction de nouvelles centrales nucléaires, à la mise au point d'une solution au problème des déchets radioactifs.

La conception du système de sécurité des dépôts de déchets radioactifs se caractérise par un ensemble de «barrières» qui doit empêcher la migration des radionucléides vers la biosphère. Il comprend les matrices de verre dans lesquelles sont conditionnés les déchets, le conteneur en cuivre, acier ou titane, l'enrobage d'argile, bétonite ou sel broyé, et la formation géologique réceptrice elle-même. L'intégrité de ce système peut toutefois être menacée par trois éléments: 1) le risque de migration des radionucléides jusqu'à la biosphère: dans ce cas, les critères de sécurité sont garantis seulement si l'on admet la dilution des radionucléides dans les eaux de surface (qui jouent ainsi le rôle d'une «barrière supplémentaire»)[22]; 2) le risque géologique: à cet égard,

on peut citer l'apparition de nouvelles failles parcourues par l'eau et l'impact des changements climatiques[23]; 3) le risque d'intrusion humaine, qui soulève la question des changements sociaux dans le très long terme.

Il convient de rappeler que l'approche des «barrières multiples» a été conçu dans les années 1970. Auparavant, la tendance était plutôt d'évacuer les déchets hautement radioactifs même sous forme liquide dans les régions arctiques et les déserts[24]. De ce point de vue, on peut tracer un parallèle avec les émissions des centrales thermiques fossiles: si les déchets radioactifs étaient destinés à être dilués dans les régions arctiques non-habitées, les particules et le soufre produits par la combustion étaient destinés à être dilués dans l'atmosphère, car on pensait que dans la mesure où ils étaient distribués «de manière uniforme», ils ne représentaient pas un problème pour les êtres vivants[25].

Les remarques du point précédent concernant l'écart entre «objectifs» et «réalités», l'attitude excessivement rassurante des «experts», et les outils d'analyse, restent valables dans ce domaine. Concernant ce dernier point, il convient seulement de rappeler qu'en raison des horizons temporels extrêmement longs, il n'est pas toujours possible de valider les hypothèses sur le comportement des dépôts à travers les méthodes classiques de l'expérimentation, telles qu'on les conçoit dans les sciences naturelles. On se tourne alors aux «analogues archéologiques et naturels», par exemple à l'analyse des matériaux anciens, au béton de l'Antiquité et au cuivre de la Renaissance, ou à l'étude des migrations des radionucléides qui se sont produites à Oklo, au Gabon, où il y a environ 2 milliards d'années s'est déclenchée une réaction en chaîne spontanée[26]. Cette approche est certainement intéressante. Il ne faut toutefois pas perdre de vue ses limites, notamment le fait que pour la plupart du temps il n'est pas possible d'identifier et comprendre les conditions dans lesquelles les phénomènes en question se sont produits.

4.2.3. Les émissions dans l'atmosphère des centrales thermiques fossiles

Les émissions de particules, de SO_2 et de NO_x dans l'atmosphère provoquées par les centrales thermiques fossiles peuvent être réduites à travers l'adoption de différents types de technologies. Ceci malgré le fait que dans le passé la R&D dans le domaine des technologies du charbon a été quelque peu délaissée. Les particules peuvent être capturées par les précipitateurs électrostatiques, avec des rendements très élevés, à l'exception des particules ayant une dimension inférieure à un micron. Le SO_2 et les NO_x peuvent être éliminés à travers les procédés de désulfuration et dénitrification des gaz d'émission. Les lits fluidisés et les cycles combinés (turbine à gaz - turbine à vapeur), avec gazéification du charbon, permettent aussi de réduire ces émissions. Du point de vue économique, ces technologies ne pénalisent pas de manière très sensible le thermique fossile. L'augmentation des coûts n'est pas plus importante que celle provoquée par la modification d'autres variables technico-économiques des centrales nucléaires et thermiques fossiles, telles que les délais de construction, le taux d'utilisation, le prix du combustible, etc.[27] Concernant les coûts, il convient de relever que nous supposons qu'on ne change pas la conception de la sécurité des centrales nucléaires décrite au point 4.2.1, et que le confinement des déchets hautement radioactifs, selon la conception décrite au point précédent, exerce un effet presque négligeable sur le coût du KWh nucléaire.

En revanche, nous ne disposons pas de technologies analogues permettant de réduire les émissions de CO_2. Les technologies qu'on est en train de mettre au point, par exemple la décarbonisation des gaz d'émission, ne sont pas encore viables pour des raisons à la fois techniques et économiques. On ne peut même pas affirmer qu'elles le seront dans l'avenir, car il existe aussi le problème du confinement du CO_2[28]. Il faut être prudents dans ce domaine[29]. L'expérience avec l'énergie nucléaire devrait

nous apprendre que l'existence d'un problème n'entraîne pas nécessairement sa solution. Dès lors, le problème du risque provoqué par les émissions de CO_2 doit être pris en considération dans le bilan global des risques environnementaux engendrés par la filière fossile et par la filière nucléaire. La première pose le problème du risque des changements climatiques, tandis que la dernière soulève la question du risque de pollution radioactive.

5. CONCLUSIONS

La politique énergétique ne doit pas poursuivre un objectif unilatéral, comme l'indépendance énergétique (recherchée par le «modèle des parts de marché») ou la protection de l'environnement (recherchée par d'autres modèles de politique énergétique). A notre avis, elle doit viser à la fois la sécurité énergétique et environnementale au coût le plus bas possible. Plutôt que d'«indépendance énergétique», nous préférons discuter de «sécurité énergétique», qui ne doit pas être une expression autarcique mais le résultat de la collaboration internationale entre Nord et Sud, Ouest et Est.

Tout modèle qui envisage des solutions unilatérales (comme le développement du nucléaire ou, dans d'autres cas, la stabilisation de la consommation d'électricité) a de fortes chances de ne pas pouvoir atteindre ses objectifs, avec un impact plus ou moins négatif sur la politique énergétique, la sécurité des approvisionnements et la sécurité environnementale. Sa réalisation dépend en effet d'un nombre élevé de variables, de nature très différente, sur lesquelles souvent les acteurs en jeu ont une marge de manœuvre limitée. Les moyens d'intervention ne sont pas toujours en mesure de modifier le cours des événements dans le sens voulu. De plus, d'autres modèles, poursuivis par d'autres acteurs, peuvent court-circuiter sa stratégie. De notre point de vue, les modèles de politique énergétique devraient proposer des stratégies diversifiées et flexibles. De telles stratégies auraient aussi l'avantage de faciliter le compromis entre différentes conceptions de politique énergétique. Dans cette perspective, il faudrait envisager un ensemble de projets différents, comprenant des options qui payent à court terme, d'autres à moyen terme et d'autres encore à long terme, des options permettant une certaine flexibilité, dont certaines conçues pour faire face à l'apparition d'états de la nature non souhaités.

Le «modèle des parts de marché» a donné la priorité à la question de la sécurité des approvisionnements en recherchant l'indépendance énergétique. Le problème de la sécurité de l'environnement a été pris en considération dans le but d'assurer le développement de l'énergie nucléaire. Plus récemment, on a utilisé l'argument de l'effet de serre et des émissions de CO_2 pour justifier l'énergie nucléaire. Ce modèle a fait dépendre la réalisation de son objectif d'une seule source d'énergie, le nucléaire. Il a agi à différents niveaux pour plier le cours des événements à sa stratégie et maîtriser les contraintes. Il est entré en conflit avec un modèle qui envisageait la stabilisation de la consommation d'électricité, proposé par les mouvements écologistes. Il n'a pas réussi à réaliser son objectif, comme nous l'avons montré dans le tableau 1. L'impact au niveau de la sécurité des approvisionnements n'a pas été très sensible, grâce au fait que le taux d'accroissement de la consommation a été plus faible que celui qui avait été anticipé par les tenants du modèle. L'impact au niveau de l'environnement est représenté par le risque d'accident nucléaire majeur et la question du confinement des déchets radioactifs. En outre, en se substituant au thermique fossile, le nucléaire a contribué à diminuer les émissions de CO_2 dans l'atmosphère. On ne peut toutefois pas affirmer que dans l'avenir il sera en mesure de fournir «la solution» à ce problème, comme notre analyse devrait l'avoir montré. Il faut souligner que la poursuite du «modèle des parts de marché» a empêché la

réalisation d'autres stratégies, par exemple le développement d'autres technologies. Dans ce sens, la sécurité énergétique et environnementale a été négativement affectée. Il faut aussi relever que la promotion de la consommation d'électricité, ainsi que l'utilisation quasi-exclusive d'une technologie qui génère des produits de fission et des transuraniens, voulues par ce modèle, entrent facilement en contradiction avec la recherche de la sécurité énergétique et environnementale.

Les analyses et les prévisions effectuées par les acteurs en jeu et les «experts» n'ont pas été très objectives et transparentes. La présentation des «objectifs à atteindre» comme s'ils étaient des données résultant d'une «analyse» ou d'une «prévision» objectives, l'écart souvent constaté entre ce qu'on est «effectivement en mesure d'offrir» et ce qui est «simplement souhaitable», expliquent de nombreuses fausses décisions. A l'origine de cette approche, probablement il y a eu le fait que le nucléaire représentait un défi technologique de grande envergure, auquel il fallait croire, et autour duquel il fallait réunir l'effort inconditionné du secteur public et privé. Le fait que pour la plupart du temps les «commissions d'experts» nommées par les gouvernements et les organisations internationales étaient directement liées, suivant le cas, au secteur électrique, nucléaire et du charbon, contribue aussi à expliquer ce problème. Ces commissions non seulement devraient fournir des analyses et des prévisions plus objectives et transparentes, mais elles devraient être moins dépendantes des acteurs en jeu, plus ouvertes aux différentes tendances exprimées par la communauté scientifique, afin d'assurer la pluralité des points de vue et leur confrontation.

Il ne faut pas perdre de vue le fait que nous sommes confrontés à des défis scientifiques, technologiques et socio-politiques qui tendent à nous échapper, comme le montrent les durées de vie de plusieurs centaines d'années des risques environnementaux engendrés par l'utilisation du charbon et de l'énergie nucléaire.

NOTES ET BIBLIOGRAPHIE

* Cette étude a été rédigée à partir de l'ouvrage suivant: Romerio, F. *Energie, économie, environnement. Le cas du secteur de l'électricité en Europe entre passé, présent et futur.* Droz, Genève - Paris, 1994, qui comprend 80 pages de références (ici nous ne citerons seulement que quelques références particulièrement significatives). Une version préalable a été publiée en anglais dans *Energy and Economic Growth: is Sustainable Growth Possible ?* Proceedings of the 20th Annual International Conference of the International Association for Energy Economics, Tata Energy Research Institute, New Delhi, 1997, v. III, pp. 845-856. Nous remercions le Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique qui a partiellement financé ce travail. Nous remercions Mesdames C. Dotti, M. Egorova et C. Varfis de leurs remarques.

1. ARMAND L., ETZEL F., GIORDANI F., 1957, «Un objectif pour Euratom», *La Documentation Française, Notes et Etudes Documentaires* 2291, p. 3; GIBRAT R.,1964, «L'avenir à long terme de l'énergie nucléaire», *Revue de la Défense Nationale,* pp. 1540-1551.
2. VARLET H., 1949, «La production et la consommation d'énergie électrique», *Revue Française de l'Energie,* p. 4.
3. BOITEUX M., 1959, «Principes de la politique commerciale de distribution d'Electricité de France», *Revue Française de l'Energie,* p. 271; Commissariat général du plan, 1946, *Premier rapport de la Commission de modernisation de l'électricit,* Paris, p. 26; DUBOIS J., 1971, «Position dElectricité de France et du Gaz de France sur le marché de l'énergie», *Revue Française de l'Energie,* Mars-avril 1971, p. 221; SALMON P., 1950, «Evolution de l'économie énergétique française depuis 1950», in *Conférence Mondiale de l'Energie,* Vienne, p. 16.
4. MIIDA J., HAUSSERMANN W., Mankin S., 1977, «Nuclear Power Programmes and Medium-Term Projections in the OECD Area», In *Proceedings of an International Conference on Nuclear Power and its Fuel Cycle,* Vienna, IAEA, v. 1, pp. 213-232.
5. ARMAND L., ETZEL F., GIORDANI F.,1957, op. cit., 2319, p. 5.

6. Il convient de relever que dans le passé on a essayé de mesurer la compétitivité des surgénérateurs par rapport aux réacteurs conventionnels. En général les milieux de la surgénération cherchaient à montrer que les perspectives économiques des réacteurs surgénérateurs étaient meilleures que celles des réacteurs conventionnels, si bien que souvent on trouve les informations et les jugements critiques les plus intéressants sur ces derniers dans ce type de littérature.
7. Commissariat général du plan, 1975, «Préparation du VII plan, Rapport de la Commission énergie sur les orientations de la politique énergétique», Paris, *La Documentation française,* p. 131; KRECZKO A., EVANS N., HOPE C., 1987, «A Decision Analysis of the Commercial Demonstration Fast Reactor», *Energy Policy,* p. 309.
8. Les mauvaises performances techniques au niveau de la sécurité aux Etats-Unis sont décrites par OKRENT D., 1981, *Nuclear Reactor Safety, On the History of the Regulatory Process,* Madison, The University of Wisconsin Press.
9. House of Commons. Energy Select Committee, 1990, *The VCost of Nuclear Power,* London, HMSO.
10. Monopolies and Merges Commission, 1981, «Central Electricity Generating Board: a Report on the Operation by the Board of its System for the Generation and Supply of Electricity in Bulk», London, HMSO, p. 91, 292; «UK Selected Committee on Energy», 1981, *The Government's Statement on the New Nuclear Power Programme,* London, HMSO, v. 1, p. 40.
11. AILLERET P., 1957, «L'énergie nucléaire dans l'équipement énergétique français», *Revue Française de l'Energie,* p. 86-87.
12. TYMONS B.J., GOODILL D.R., FLEICHER A. M., «International Comparisons of Health Physics and Safety Considerations Used in Long Term Decommissioning Strategies in the Nuclear Industry», Paper presented at the *Conference on Radiation Dose Management in the Nuclear Industry,* Organised by the British Nuclear Energy Society. Held in Windermere, Cumbria, 9-11 October 1995.
13. Un exemple rare: l'application du critère minimax à une fonction de coûts amène Bessière à Electricité de France en 1961 à «parier sur l'échec du nucléaire»; l'application du même critère à une fonction de regret, le conduit à miser sur un succès partiel. Cf. BESSIÈRE F., 1961, «Critère du regret minimax et décision dans l'incertain: application par EdF à l'avenir des équipements nucléaires», in MORLAT G., BESSIÈRE F., éds, 1971, *Vingt-cinq ans d'économie électrique: investissements, coûts marginaux et tarifs,* Paris, Dunod, p. 210.
14. COCKCROFT J., 1958, Summary of the Conference, in *Proceedings of the United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy,* New York, United Nations, v. 1, pp. 436-442; JOHNSON J. C., 1955, Nuclear Fuel for the World Power Programme, in *Proceedings of the United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy,* New York, United Nations, v. 6, pp. 60-62. Sur l'uranium, cf. OECD, *Uranium Ressources,* Paris, OECD, à partir de 1965.
15, FINON D., 1989, *L'échec des surgénérateurs, Autopsie d'un grand programme,* Grenoble, Presses Universitaires de Grenoble, p. 112.
16. PUTNAM P. C., 1953, *Energy in the Future,* Toronto, D. Van Nostrand Company, p. 137, 145; OCDE, 1961, *L'industrie du charbon en Europe,* Paris, OCDE.
17. BOITEUX M., 1972, «Rétrospective et perspectives de l'économie énergétique en France», 1950-2000, *Revue Française de l'Energie,* p. 184; DESPRAIRIES P., 1968, «L'Europe et son pétrole quotidien: hier, aujourd'hui, demain», *Revue Française de l'Energie,* pp. 490-492.
18. International Atomic Energy Agency (IAEA), 1990, *Extension of the Principles of Radiation Protection to Sources of Potential Exposure,* Vienna, IAEA; International Commission on Radiological Protection (ICRP), 1989, «Optimization and Decision-Making in Radiological Protection, *Annals of the ICRP* 20(1). Dans sa première publication, l'ICRP relève que «There is at present considerable uncertainty as to the magnitude of the [genetic] burden... and, therefore, it is highly desirable to keep the exposure of large populations at as low a level as practicable, with due regard to the necessity of providing additional sources of energy to meet the demands of modern society» (ICRP. 1959, *Recommendations of the ICRP,* Oxford, p. 7-8).
19. CORNILLE Y., 1988, «Prévisions des accidents graves dans les REP en France», in *Proceedings*

of an International Symposium on Severe Accidents in Nuclear Power Plants, Vienna, IAEA, v. 2, p. 608; QUÉNIART D., 1988., «L'utilisation de critères dans l'analyse de sûreté réglementaire en France», in *Proceedings of an International Symposium on Regulatory Practices and Safety Standards for Nuclear Power Plants,* Vienna, IAEA. pp. 358-359; TANGUY P., SCHERRER J., 1988, «La prise en compte des risques d'accidents graves dans les centrales nucléaires d'EdF équipées de réacteurs à eau sous pression», in *Proceedings of an International Symposium on Severe Accidents in Nuclear Power Plants,* Vienna, IAEA, v. 1, p. 63; TANGUY P.,1990, «La sûreté nucléaire à EdF à fin 1989», in *Le dossier Creys-Malville,* Genève, Slatkine, p. 180, 183. Le rapport de Tanguy a été rendu public par le journal *Le Canard enchaîné* en février 1990.

20. DUPUIS M. C., et al., 1981, «Introduction progressive du concept de risque dans la réglementation technique de la normalisation française en matière de sécurité nucléaire», in *Proceedings of an International Conference on Current Nuclear Power Plant Safety Issues*, Vienna, IAEA, p. 474.
21. National Academy of Science, National Research Council, 1990, *Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation,* Washington, National Academy Press.
22. PIGFORD T. H., 1984, «Long-term Environmental Impacts of Geological Repositories», in *Proceedings of an International Conference on Radioactive Waste Management,* Vienne, IAEA, v. 4, pp. 81-115.
23. IAEA, 1992, *Radioactive Waste Management - An IAEA Source Book*, Vienna, IAEA, p. 161, p. 187.
24. En 1955, à la Conférence des Nations Unies sur les utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire, concernant le confinement des produits de fission et des transuraniens, Glueckauf, du Harwell Atomic Research Establishment, affirme que «For disposal in solution form, places might be found in the arctic areas of Canada, Greenland, Northern Siberia or the Antarctic and possibly in deserts and steppes» (GLUECKAUF E.,1956, «Long-term aspect of fission product disposal», in *Proceedings of the United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy,* New York, United Nations, v. 9, p. 5).
25. En 1966, à l'International Clean Air Congress, Roussel et Stephany affirment que «immense as the amount of waste materials emitted into the atmosphere sooner or later might be, in a uniform distribution they would offer no cause for worry» (ROUSSEL A. A., STEPHANY S., 1966, «Continental Report: Europe», in *Proceedings of the International Clean Air Congress,* London, International Clean Air Association, p. 29).
26. IAEA, 1989, *Natural Analogues in Performance Assessments for the Disposal of Long Lived Radioactive Wastes,* Vienna, IAEA.
27. Banque Mondiale, 1992, *Le développement et l'environnement,* Washington, Banque Mondiale, p. 125.
28. AUDUS H., 1994, «CO_2 Removal and Storage», in *Proceedings of a Conference on Energy Technologies to Reduce CO_2 Emisions in Europe: Prospects, Competition, Synergy,* organisé par IEA et al., tenu à Petten, Pays-Bas, les 11 et 12 Avril 1994, pp. 261-282; BLOK K., HENDRIKS C. A., TURKENBURG W. C., «The Role of Carbon Dioxide Removal in the Reduction of the Greenhouse Effect», in *Proceedings of an Experts Seminar on Energy Technologies for Reducing Emissions of Greenhouse Gases,* organisé par l'OECD, tenu à Paris du 12 au 14 Avril 1989, v. 2, pp. 135-155.
29. Sur l'impératif de prudence, cf. MARÉCHAL J.-P. 1995, «Réparer et prévenir. La gestion économique du risque environnemental majeur», *Stratégies Energétiques, Bioshère & Société (SEBES),* Genève, Ed. Médecine et Hygiène, p. 116.

Droit maritime et droit nucléaire

Françoise ODIER

On pourrait penser qu'il s'agit de deux droits n'ayant aucun point commun, le droit maritime est ancien, imprégné d'une longue tradition, le droit nucléaire, jeune, né d'une activité récente mettant en œuvre des techniques très nouvelles.

En réalité le droit maritime même s'il est traditionnel n'est pas figé et n'a cessé de se renouveler au cours des temps, il a fait l'objet, sous l'empire de problèmes récents tel que celui de la pollution de mutations profondes.

Le droit nucléaire même s'il a sa source dans un domaine nouveau de la science, emprunte aux techniques classiques du droit.

Droit nucléaire et droit maritime ont tous deux des caractère spécifiques, ils se définissent par leur domaine, leur histoire explique en partie leur contenu actuel.

Le droit nucléaire est un droit écrit car les textes facilitent la mise en œuvre de règles nouvelles mais il a souvent été créé par la codification de pratiques reconnues. Le droit maritime comporte une part importante d'usages. L'un et l'autre supposent une forte présence de conventions internationales parce que l'un et l'autre débordent des frontières. Une parenté dans l'élaboration du droit unit donc les deux domaines qui nous intéressent. Si on s'attache uniquement aux aspects formulés droit maritime et droit nucléaire s'inscrivent à travers des rapprochements nombreux dans deux familles voisines l'une de l'autre. Si une réflexion commune peut les rapprocher davantage encore, c'est parce qu'un point commun va déterminer leur contenu. Ce point commun est constitué par l'existence d'un danger sans cesse présent dans l'environnement ou s'épanouit aussi bien le droit maritime que le droit nucléaire. L'existence de ce danger concerne aussi bien ceux qui interviennent dans le milieu considéré, que les tiers, ceux qui subissent les dommages.

En matière nucléaire, comme en matière maritime, la règle de droit a pour raison d'être d'établir un équilibre entre les acteurs engagés dans l'exploitation, pour lesquels le risque encouru a été un des facteurs de leur choix et une justification de leur revenu, et les victimes éventuelles de l'activité totalement étrangères à la production des dommages qu'elles subissent.

Le droit nucléaire s'est construit autour de cette dualité de rôle et dès le départ a essayé de garantir un traitement équitable aux uns et autres. Le droit maritime a pris très récemment en compte cette dichotomie et a évolué en fonction d'elle en s'appuyant sur le modèle nucléaire.

Pendant longtemps le monde maritime a été réduit à ce qui se passait en mer, vivant dans une ignorance complète des dommages qu'il pouvait faire subir à la terre.

Les relations entre partenaires à la mer n'étaient pas déconnectées du danger, au contraire ce danger était partagé, tantôt auteur du dommage, tantôt victime du dommage, les acteurs du monde maritime compensent naturellement les conséquences des événements qui constituent leur cadre d'activité et admettent sans difficulté des mécanismes juridiques adaptés à ce fonctionnement endogène.

Depuis le développement des risques de pollution par les hydrocarbures ou de toutes

autres matières dangereuses, les dangers de la mer on atteint les côtes et toute l'économie riveraine qui jusque là était profondément terrienne, étrangère à cet équilibre autour duquel le droit maritime s'était construit. Le monde de la terre a donc revendiqué sa place dans l'évaluation des dommages. A partir de ce moment là le risque maritime comme le risque nucléaire atteignait des populations entières extérieures à l'exploitation et le droit maritime comme le droit nucléaire se devait de leur garantir une sécurité.

Ainsi que l'analyse parte des formes du droit ou de ses fondements, droit maritime et droit nucléaire, sont marqués à l'évidence par une communauté.

Cette communauté ne signifie pas un contenu identique mais implique qu'à travers leurs convergences et leurs divergences le droit maritime et le droit nucléaire n'aient cessé d'échanger. L'objet même de notre réflexion sera de montrer qu'à travers cet enrichissement mutuel, certains principes communs aux deux secteurs ont une filiation maritime et d'autres une filiation nucléaire.

Ce patrimoine commun permet-il de parler d'une seule famille de droit, ce serait probablement aller trop loin que de l'affirmer, la parenté est beaucoup plus superficielle, il s'agit seulement de répondre à certains besoins identiques avec des techniques semblables.

Pour mettre en évidence cet échange nous examinerons d'abord les apports du droit maritime au droit nucléaire en montrant comment la limitation de responsabilité née avec le droit maritime lui même s'est imposée dans le domaine nucléaire.

La limitation de responsabilité est une des règles les plus anciennes du droit maritime et se retrouve dans l'ensemble des systèmes juridiques. Elle a fait l'objet de plusieurs types d'explications et connu sans aucun doute une évolution dans ses modalités de mise en œuvre.

Si on remonte aux premières codifications on trouve en droit français l'article 216 du Code de Commerce dont la rédaction a sa source dans l'Ordonnance de Colbert de 1841[1].

La limitation de responsabilité était alors constituée par l'abandon du navire remis à ses débiteurs à titre de compensation des dommages subis. Ce type de limitation de responsabilité est uniquement fondé sur le navire et restreint les engagements de l'armateur au seul navire constituant son patrimoine de mer mis en risque au cours d'une navigation toujours dangereuse.

Or un tel régime de limitation n'est acceptable que pour ceux qui connaissent et acceptent les risques de mer, et laisse toujours un goût amer à ceux qui n'ont reçu à titre de dédommagement, qu'un navire inutilisable ayant sombré au fond de l'eau.

Un tel mécanisme n'a pas pu survivre aux développements de la navigation maritime et à la mutation des armateurs qui cessant d'être des aventuriers devenaient des entrepreneurs. Il a été remplacé par un système de limitation de responsabilité en valeur garantissant aux victimes une indemnisation jamais dérisoire.

Cette évolution s'est accompagnée de discussions vives sur le niveau de la réparation mais n'a jamais été l'occasion d'une remise en cause du principe même de la limitation. Paradoxalement plus le progrès technique permet de disposer de navires sûrs prêts a affronter les périls les plus grands, plus la notion même de limitation de responsabilité s'impose. En effet les navires les plus modernes sont aujourd'hui parmi les moyens de transport les plus chers du monde susceptibles de causer des dommages dont les conséquences sont parfois difficiles à prévoir et que ne sont supportables par les entreprises que si la réparations est limitée. Cette considération qui a justifié un réexamen des montants de limitation mais n'a jamais suscité de discussion relative au principe même de la limitation de responsabilité.

Cette continuité de la limitation à travers les âges a pu se maintenir grâce à l'universalité instaurée par les conventions internationales. Ainsi la limitation de responsabilité est applicable partout où les conventions ont été ratifiées, elle s'applique aussi bien au propriétaire du navire qu'au transporteur.

Le droit maritime se caractérise avant tout par la place occupée par les conventions internationales qui sont en fait l'unique source du droit applicable, les législations nationales n'étant bien souvent qu'une reproduction fidèle du contenu de la convention. Cet universalisme du droit épouse ou plus exactement reflète l'étendue de l'activité économique elle même sans frontière, il a existé sans difficulté aussi longtemps que le monde maritime a été homogène, c'est-à-dire aussi longtemps que les pavillons fournisseurs de navires étaient européens ou occidentaux ou liés aux Etats développés.

Depuis vingt ans, aux environs de 1975, s'est développée au sein de la CNUCED une division du monde maritime, les économies maritimes se sont opposées entre économies développées et économies en voie de développement et suivant leur appartenance à un groupe ou à un autres les Etats ratifient ou ne ratifient plus les conventions symbolisant l'ordre maritime traditionnel. Cette évolution qui marque la place du droit et des conventions dans l'équilibre économique des exploitations signifie que le caractère universel du droit maritime n'est plus certainement ce qu'il était, mais les conventions internationales restent néanmoins la seule référence stable et c'est toujours à partir de leur contenu que les principes du droit maritime sont développés.

Ainsi le principe de la limitation de responsabilité est maintenu comme une des constantes du droit maritime et s'applique à toutes ses facettes.

La responsabilité du propriétaire de navire s'exerce vis à vis des tiers, c'est à dire de tous ceux à qui le navire fait courir un risque, celle du transporteur joue à l'égard des cocontractants de l'exploitant du navire, chargeur ou affréteur.

La limitation de responsabilité du propriétaire de navire s'est perpétuée au travers les différentes conventions internationales et a même survécu au choc que constitue les conventions destinées à régir la responsabilité du propriétaire de navire en cas de pollution.

La première convention internationale en matière de responsabilité du propriétaire de navire est celle de 1924[2], encore marquée par la limitation sous forme d'abandon en nature, cette convention n'a pas réussi à s'imposer dans le monde anglo-saxon et a connu un rayonnement limité. Ce régime a été remplacé avec l'assentiment de tous les grands pays maritimes par la Convention du 10 octobre 1957[3] qui transforme le délaissement du navire en un régime de limitation forfaitaire qui fut accepté par toute la communauté maritime.

La convention de 1957 ratifiée par 75 Etats constituait la norme maritime mondiale et a imposé à tous le principe de la limitation de responsabilité. Ce principe a pourtant subi un choc considérable lorsque après les grands accidents de pollution (le Torrey Canyon en 1967) il a été décidé de faire supporter au propriétaire de navire une responsabilité spéciale pour les dommages de pollution qu'il faisait courir. Les nouvelles conventions mises en chantier ont été l'occasion de rediscuter toutes les bases de droit maritime et la limitation de responsabilité a encore survécu à cette nouvelle épreuve. C'est donc tout naturellement, en 1976[4] lorsqu'il a fallu actualiser la convention de 1957, que les montants de limitation ont été augmentés mais que le régime même de la limitation a été maintenu.

La limitation de responsabilité du propriétaire de navire est ainsi une base fixe sur laquelle le droit maritime est bien ancré.

Pour évaluer cette limitation de responsabilité du propriétaire le moyen le moins contesté a toujours été le volume du navire qui beaucoup mieux que sa valeur, permet les comparaisons à travers le temps et l'espace et s'avère être la condition la plus sûre pour que la stabilité du régime soit garantie.

Cette quête de stabilité, on la retrouve dans l'analyse de la limitation de responsabilité appliquée au transporteur. La limitation de responsabilité du transporteur ne s'est pas imposée avec autant d'évidence que celle du propriétaire, elle s'est introduite dans la convention du 25 août 1924[5] comme un

moyen de partager les risques de l'expédition maritime entre le transporteur et le chargeur.

Ce mécanisme[6], a pourtant acquis progressivement droit de cité, il a été actualisé en 1968 et confirme en 1978 avec les Règles de Hambourg[7]. Cette dernière convention aussi conflictuelle qu'elle soit a retenu sans discuter un mécanisme de limitation, ensuite appliqué au transport multimodal[8]. La limitation de responsabilité du transporteur qui est un facteur de régulation économique du contrat de transport est calculée en fonction des quantités transportées et se met en place sans difficulté.

Cette permanence de la limitation de responsabilité est importante à souligner parce qu'elle s'affirme comme une constante dans un domaine ou tous les principes sont volontiers remis en cause. Il est essentiel de se demander ce qui, dans des situations pourtant différentes, lui permet de triompher.

La réponse est apportée par tous les travaux préparatoires des conventions internationales dans lesquels la limitation de responsabilité est défendue parce qu'elle facilite l'assurance. Ainsi la limitation de responsabilité constitue un facteur de sécurité que les conventions nucléaires ne pouvaient ignorer et c'est tout naturellement que les conventions de Bruxelles[9] et de Paris[10] ont retenu un régime de limitation...

Cette limitation de responsabilité aussi élevée soit elle instaure dans des domaines, le maritime ou le nucléaire ou les dommages sont potentiellement catastrophiques, une base de calcul à partir d'un plafond d'engagement, permettant aux assureurs d'évaluer leur contribution.

En matière nucléaire la limitation de responsabilité est uniquement fondée sur cet aspect financier. Le domaine nucléaire représente à cet égard une forme d'aboutissement et éclaire en ce sens la valeur que la limitation de responsabilité peut désormais avoir en matière maritime.

Partie d'une conception juridique de répartition du risque permettant à chacun d'assumer une partie des responsabilités dans l'opération dont il tire profit, la limitation de responsabilité devient, lorsque la notion de partage est discutable ou lorsqu'elle est inconcevable comme en matière nucléaire, une technique financière plafonnant les valeurs mises en risque.

Ce plafonnement, cette limitation introduisant alors, à travers l'assurance, une nouvelle forme de répartition, non plus liée à l'engagement des opérateurs mais à une simple modalité financière, s'avère incontournable si l'on veut que les opérations à haut risque se poursuivent.

Le droit maritime a ainsi enrichi le nucléaire mais en même temps il a profité de ce nouvel éclairage pour affiner le principe de limitation qui devient commun aux deux types de droit.

Cette règle de l'échange s'est aussi développée en sens inverse à savoir que le droit maritime a emprunté au droit nucléaire, et c'est encore dans le domaine de la responsabilité que cet enrichissement mutuel s'est opéré.

C'est en matière de fondement même de la responsabilité que le droit nucléaire a apporté au droit maritime. Lorsque les conventions de Bruxelles[11] et de Paris[12] ont été conclues, les auteurs des textes ont immédiatement introduit un système de responsabilité objective qui s'imposait dans un domaine ou la faute n'avait pas sa place, en effet, la notion même de responsabilité individuelle n'a aucun sens dans un secteur aussi complexe.

Ce régime de responsabilité était tout à fait étranger au domaine maritime dans lequel non seulement la doctrine mais aussi les praticiens considéraient que la responsabilité personnelle était un facteur de bonne conduite, donc de sécurité pour l'ensemble de l'opération. On ne pouvait pas imaginer qu'il puisse y avoir contagion de l'un à l'autre domaine. Pourtant le phénomène s'est produit, c'est encore la pollution qui a été le catalyseur.

Après l'accident du Torrey Canyon, il a fallu construire un nouveau régime de responsabilité du propriétaire de navire, ce régime était avant tout destiné à apporter une sécurité

aux victimes. Il était dès lors indispensable d'avoir un système qui fasse apparaître une responsabilité, quelles que soient les circonstances du dommage, quelle que soit la faute des responsables du navire. Les auteurs de la convention de 1969[13] ont immédiatement pensé aux conventions de Paris du 29 juillet 1960 et de Bruxelles du 31 janvier 1963 et ont introduit le régime de responsabilité objective qui était consacré par elles. Le pas était franchi, le droit maritime s'inspirait du droit nucléaire. Quelles allaient être alors les modalités de mise en œuvre des règles du droit nucléaire.

Ce principe de responsabilité objective signifie que tout dommage résultant d'un accident de pollution provenant d'un navire doit faire l'objet d'une réparation. Le seul fait de faire courir un risque à l'environnement et à toutes les victimes potentielles fondent cette responsabilité. Un tel mécanisme pouvait justifier une responsabilité du propriétaire du produit polluant mais pour des raisons de commodité c'est sur le propriétaire du navire que la responsabilité a été assise. Le droit maritime c'est encore sur ce point inspiré du nucléaire en ce sens que le responsable est celui qui est susceptible d'apporter la plus forte garantie aux victimes. En matière nucléaire, le responsable est l'exploitant étant d'ailleurs le plus souvent une entreprise garantie d'une façon où d'une autre par le pouvoirs publics, c'est-à-dire une entreprise solvable. En matière maritime, pour les même motifs de sécurité des victimes, le responsable est le propriétaire du navire, en effet c'est le propriétaire du navire qui engage le navire, outils qui peut être saisi à tous moments pour garantir les créances des victimes. La très grande facilité de la saisie en matière maritime explique une différence de modalité entre le maritime et le nucléaire mais s'inspire d'un souci commun, ce qui montre bien la démarche commune aux deux domaines.

La responsabilité objective dans l'un et l'autre cas se justifie par l'importance du danger que représente d'une part l'activité nucléaire, d'autre part l'activité de transport de pétrole. Dans des situations ou on fait courir de tels risques à la communauté, il est logique d'offrir parallèlement un mécanisme automatique de responsabilité n'offrant pas de place à la contestation. C'est donc un même besoin de garantie qui justifie le fondement de la responsabilité aussi bien en matière nucléaire qu'en matière maritime.

Il ne s'agit pas de règle propre au droit nucléaire ou propre au droit maritime, il s'agit de la rencontre de mêmes préoccupations. Le besoin de garantie est la contrepartie des risques crées et justifie le mécanisme de l'assurance obligatoire mettant les victimes à l'abri des opérations insolvables.

Ce mécanisme d'assurance obligatoire est aussi une innovation du droit nucléaire qui a trouvé sa place dans les transports maritimes à risque. En effet il n'était pas suffisant d'avoir un responsable, il fallait un responsable solvable et l'assurance obligatoire qui existait déjà dans d'autres domaines s'est imposée comme étant le moyen le plus efficace de répondre à l'attente des victimes aussi bien en matière nucléaire qu'en matière maritime.

Dans ces aspects les techniques empruntées par le maritime ou nucléaire ne sont pas à proprement parler des exclusivité, des règles propres au droit nucléaire mais il se trouve que c'est sur les textes nucléaires que les auteurs des conventions maritimes se sont penchés, c'est en pensant à l'étendue du dommage nucléaire qu'il ont raisonné.

Il n'est donc pas artificiel, mais simplement conforme à la réalité des réflexions en ce domaine, de parler d'emprunt du maritime au dispositif nucléaire qui existait déjà au moment où la convention de 1969 a été adoptée.

Cette parenté entre le droit maritime et le droit nucléaire apparaît peut être mieux encore à travers la règle de la canalisation de responsabilité. La canalisation signifie que pour un dommage déterminé, une seule et même personne peut être mise en cause par les victimes, cette personne est désignée par la loi ou la convention internationale régissant l'opération.

Dans le domaine nucléaire, un tel mécanisme avait pour objectif de faire supporter la totalité de la responsabilité à l'exploitant ayant la maîtrise de l'opération. Dans un domaine aussi dangereux que l'exploitation nucléaire, le risque ne se partage pas, il est assumé en bloc.

En matière maritime ce mécanisme de canalisation n'a pas été adoptée au moment où la responsabilité du propriétaire de navire transportant du pétrole a été instituée. Ainsi lors des premiers procès au cours desquels le régime de responsabilité pour pollution par les hydrocarbures a été mis en œuvre, les inculpations se sont multipliées contre le propriétaire du navire mais aussi contre le chantier constructeur et pourquoi pas contre l'affréteur gérant. Un tel système, encourageant les contentieux, a été considéré comme dangereux pour les victimes. Lors de la révision de la convention, pour la rédaction des Protocoles de 1992[14], c'est donc tout naturellement vers la canalisation que les auteurs des Protocoles se sont tournés.

Les Protocoles de 1992 ont alors achevé l'œuvre d'incorporation du droit nucléaire dans le régime de responsabilité du propriétaire de navire transportant des hydrocarbures. L'objectif poursuivi par le droit maritime était de protéger les victimes en simplifiant le régime d'action en justice, il rejoint celui du droit nucléaire qui est de concentrer l'action sur l'exploitant qui a le contrôle de l'opération.

***

Ainsi il est facile de mettre en évidence que des conditions d'exploitation ayant des analogies font naître des règles juridiques comparables. Par étapes droit maritime et droit nucléaire se sont progressivement rapprochés.

L'histoire de leur évolution prouve, s'il en était besoin, qu'il est toujours vain de dissocier le droit du milieu dans lequel il est destiné à s'appliquer.

Les techniques juridiques constitue un arsenal dans lequel les auteurs des textes puisent en fonction des besoins. Des dispositions techniquement voisines vont s'éclairer ou s'infléchir dans l'environnement où elles se retrouvent et faire naître des matières juridiques nouvelles qui se retrouvent étonnement proches d'autres secteurs avec lesquels les rapprochements n'étaient pas immédiats.

Droit maritime et Droit nucléaire ayant en commun la nécessité de compenser un danger, il devait en naître des droits frères.

NOTES ET BIBLIOGRAPHIE

1. *Ordonnance de Colbert,* Commentaire de Valin, réédition, Editions Moreux, 1984.
2. Convention de Bruxelles du 15 avril 1924 sur la responsabilité du propriétaire de navire, *Rec. du CMI,* Les Conventions internationales.
3. Convention du 10 octobre 1957 (Bruxelles) sur la responsabilité du propriétaire de navire, *Rec. CMI.*
4. Convention de novembre 1976 (Londres) sur la limitation de responsabilité en matière de créances maritimes, *Rec. CMI.*
5. Convention de Bruxelles du 25 août 1924 sur le transport sous connaissement, Rec. CMI.
6. Protocole de Bruxelles de 1968, *Rec. CMI.*
7. Règles de Hambourg, *Rec. CMI.*
8. Convention de Genève sur le transport multimodal du 22 mai 1980, *Rec. CMI.*
9. Convention de Bruxelles.
10. Convention de Paris.
11. *Rec. CMI.*
12. *Rec CMI.*
13. Convention de Londres du 29 novembre 1969 sur la responsabilité du propriétaire de navire transportant des hydrocarbures, *Rec. CMI.*
14. Protocole modifiant la Convention de 1969, *Rec. CMI.*

Le système suisse de radioprotection

Sandro DAÏNA

Remarque liminaire

De façon générale, les mesures prises par la Suisse dans le domaine de la radioprotection s'inspirent des recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), ainsi que des normes conjointes des organismes internationaux (AIEA, AEN, BIT, OMS).

Le présent article ne traite pas des conventions internationales bi ou multilatérales ratifiées par la Suisse.

I. CADRE JURIDIQUE GÉNÉRAL

1.1. Constitution fédérale

La base constitutionnelle de la législation suisse en matière de radioprotection se trouve à l'article 24 quinquies de la constitution fédérale. Cet article énonce que «la législation sur l'énergie atomique est du domaine de la Confédération (al. 1er). La Confédération édicte des prescriptions sur la protection contre les dangers des rayons ionisants (al. 2)»[1]. Cette disposition a été acceptée en votation populaire le 24 novembre 1957. Cette disposition sert de base, avec d'autres, à la loi fédérale du 22 mars 1991 sur la radioprotection.

1.2. Loi fédérale du 22 mars 1991 sur la radioprotection

Le libellé très ouvert de la disposition constitutionnelle permet d'admettre que l'on n'entend pas prévoir une protection uniquement lors de l'utilisation de l'énergie nucléaire[2]. En 1959, à titre d'exécution de cette disposition constitutionnelle, a été édictée la loi fédérale sur l'utilisation pacifique de l'énergie atomique et la protection contre les radiations. Cette loi règle le domaine de l'énergie nucléaire avant tout en relation avec la construction de centrales nucléaires et comprend une réglementation de police relative à la surveillance des installations atomiques. Le domaine de la radioprotection ne faisait l'objet que de 2 articles de la loi sur l'énergie atomique. Pour justifier cette réglementation rudimentaire, le Conseil fédéral (gouvernement) avait déjà souligné dans son message relatif à l'article constitutionnel qu'il ne serait guère judicieux d'insérer, dans une future loi sur l'utilisation pacifique de l'énergie atomique, des prescriptions détaillées régissant la radioprotection. Comme, dans ce domaine également à l'époque, tout évoluait, il s'imposait de ne fixer dans la loi sur l'énergie atomique que la norme générale et de laisser au Conseil fédéral le soin d'édicter des dispositions d'exécution sur la radioprotection. On avait déjà procédé de la même manière avec la loi du 24 juin 1902 sur les installations électriques à faible et à fort courant qui fixait la norme générale, alors que le Conseil fédéral édictait deux ordonnances, l'une relative aux installations à courant fort, l'autre aux installations à courant faible. La loi sur l'énergie atomique comportait un chapitre intitulé «protection contre les radiations». Ce chapitre instaurait une obligation générale en vertu de laquelle quiconque utilise des matières radioactives ou en détient sous quelque forme que ce soit et quiconque utilise

des installations et appareils émettant des radiations ionisantes est tenu, en vue de protéger la vie et l'intégrité corporelle, de prendre toutes les mesures que commandent les expériences faites et l'état de la science et de la technique. Cette loi donnait également au Conseil fédéral une compétence globale pour édicter des prescriptions sur la protection contre les radiations ionisantes.

Le Conseil fédéral a fait usage de cette compétence en édictant l'ordonnance du 19 avril 1963 concernant la protection contre les radiations ainsi que d'autres ordonnances. Compte tenu de ce qui précède, il n'est pas étonnant que l'ordonnance concernant la protection contre les radiations renferme en partie des dispositions de principe qu'il était justifié d'élever au rang de loi.

Ainsi, vers le milieu des années 1970, est apparue la nécessité d'une révision de la loi sur l'énergie atomique. En automne 1975, le chef du département fédéral des transports, des communications et de l'énergie (DFTCE) chargea une commission d'experts juristes d'élaborer un projet de révision totale de la loi sur l'énergie atomique. C'est à cette époque qu'avait été avancée pour la première fois l'idée d'élaborer deux lois distinctes, en séparant les matières «protection contre les radiations» et «énergie nucléaire». On proposait ainsi de créer une loi sur la radioprotection et une autre sur l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire.

Le 1er juin 1978, la Commission fédérale de la protection contre les radiations (CPR) fit une proposition en ce sens dans le contexte des travaux de révision en cours. Elle invoquait le fait, d'origine purement historique, mais qui n'était plus guère compréhensible, que l'ensemble des dispositions relatives à la radioprotection en médecine se fondait uniquement sur la loi sur l'énergie atomique, alors même que la plus grande partie des applications médicales, notamment l'utilisation des appareils à rayons X, n'ont aucun rapport avec l'énergie nucléaire. Or, selon l'opinion de la Commission d'experts, d'importantes raisons s'opposaient à cette solution: d'abord la tradition en ce sens que la loi sur l'énergie atomique de 1959 réglait les deux matières. La Commission d'experts défendait systématiquement l'idée que les dispositions sur l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire étaient également utiles, et ce dans une large mesure, à la protection contre les séquelles des rayonnements ionisants et qu'une loi sur l'utilisation de l'énergie nucléaire, même distincte, serait également une loi sur la radioprotection. La Commission d'experts restait convaincue que les principes généraux de la radioprotection devaient être applicables à toutes les formes d'utilisation des rayonnements ionisants et de réactions nucléaires.

La Commission d'experts élabora par la suite un avant-projet de loi sur la protection contre les radiations et sur l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. Dans cet avant-projet, la radioprotection était réglée d'une manière beaucoup plus étendue que ce n'était le cas dans la loi sur l'énergie atomique. On justifia cette mesure en relevant que des dispositions de principe devaient être portées dans une loi.

Cet avant-projet de la Commission d'experts fut soumis à une large consultation en 1981. Parmi les avis exprimés, nombreux furent ceux qui préconisaient deux lois distinctes pour la radioprotection et l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. La CPR fit un pas de plus et joignit à son préavis un projet complet de loi sur la radioprotection. Comme les résultats de la consultation rendaient de toute façon nécessaire une refonte complète de l'ensemble de la matière, le Conseil fédéral décida, en 1982, que la radioprotection et l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire devaient être régis par deux lois séparées. Le DFTCE fut chargé d'élaborer un projet de révision totale de la loi sur l'énergie atomique. Le Département fédéral de l'intérieur (DFI) reçu simultanément le mandat d'élaborer un projet de loi sur la radioprotection qui devait régler dans tous les domaines

la protection contre les rayonnements ionisants. Le DFI constitua alors un groupe de travail qui élabora un avant-projet de loi sur la radioprotection.

L'avant-projet fut accueilli en règle générale d'une manière positive. La séparation entre radioprotection et énergie nucléaire ne donna lieu à aucune critique. On apprécia l'intention d'élever au rang de loi la réglementation en matière de radioprotection au lieu de la fixer en premier lieu par voie d'ordonnance. Influencés par la catastrophe de Tchernobyl, certains avis proposaient que l'avant-projet soit revu à la lumière des expériences faites à l'occasion de ce tragique événement.

La loi, adoptée le 22 mars 1991, est entrée en vigueur le 1er octobre 1994[3]. La loi est divisée en 7 chapitres regroupant ensemble 50 articles. Certains chapitres sont divisés en sections. Les chapitres ont trait aux dispositions générales; à la protection de l'homme et de l'environnement; aux autorisations et surveillance; à la responsabilité civile; à la procédure, voies de recours et émoluments; aux dispositions pénales et, enfin, aux dispositions finales.

Le but de la loi est de protéger l'homme et l'environnement contre les dangers dus aux rayonnements ionisants. La protection contre les dangers commence dès qu'un événement ou un comportement peut être la cause d'un dommage. La protection contre un danger entraîne non seulement la réparation du dommage, mais également sa prévention. Par homme, il faut entendre non seulement les personnes exposées aux rayonnements ionisants, mais encore l'ensemble de la population. L'environnement est pris dans un sens large, à savoir l'espace vital, la biosphère ainsi que les denrées alimentaires. Les rayonnements ionisants sont, eux, constitués par tous les rayonnements corpusculaires ou électromagnétiques dont l'énergie est suffisante pour provoquer des ionisations. Sont en revanche exclus du champ d'application de la loi les ultraviolets, les infrarouges, les micro-ondes, les lasers, les ultrasons et les infrasons.

La loi distingue deux sources de rayonnements ionisants: les substances radioactives et les installations et appareils pouvant émettre de tels rayonnements. La loi ne fait aucune distinction parmi les personnes qui exercent des activités ou qui exploitent des installations. Elle s'applique tant aux personnes privées qu'aux corporations de droit public telles les communes, les cantons et la Confédération ainsi qu'à toutes leurs autorités ou institutions respectives. La loi règle aussi la radioprotection due à des événements extraordinaires comme la catastrophe de Tchernobyl. Elle couvre également les installations et activités visées par la loi sur l'énergie atomique sauf en ce qui concerne la procédure d'octroi des autorisations et la surveillance. La loi charge le Conseil fédéral d'instituer trois commissions consultatives à savoir la Commission de la protection contre les radiations, la Commission de la surveillance de la radioactivité et la Commission de protection atomique et chimique. La loi établit une organisation d'intervention en cas d'événement pouvant provoquer pour la population un danger dû à l'augmentation de la radioactivité. Cette nouvelle organisation, souhaitée après la catastrophe de Tchernobyl, a pour but d'uniformiser et d'accélérer l'information destinée à la population et aux collectivités. La loi charge le Conseil fédéral d'établir les valeurs limites de dose, à savoir les limites à l'exposition aux radiations pour les personnes qui peuvent être exposées à une irradiation contrôlable supérieure à celle que subit le reste de la population. La loi habilite le Conseil fédéral à prendre les mesures nécessaires à la surveillance de l'environnement et à fixer les valeurs pour les nucléides radioactifs dans les denrées alimentaires.

1.3. Ordonnance du 22 juin 1994 sur la radioprotection

L'ordonnance, adoptée le 22 juin 1994, est entrée en vigueur le 1er octobre de la même année[4]. Elle comporte 142 articles et 6 annexes.

L'ordonnance est divisée en onze chapitres relatifs aux dispositions générales et principes de la radioprotection; qualifications techniques, experts, formation et perfectionnement des connaissances; applications médicales des rayonnements; protection des personnes exposées aux rayonnements; utilisations d'installations et de sources radioactives; déchets radioactifs; défaillances; surveillance de l'environnement et des denrées alimentaires; protection de la population en cas d'augmentation de la radioactivité; autorisations et surveillance et, enfin, dispositions pénales et finales. Les annexes se rapportent aux définitions; au champ d'application; aux données pour la radioprotection opérationnelle; aux facteurs de dose pour différentes classes d'âge; à la méthode de détermination de la dose de rayonnements et, enfin, au marquage des zones contrôlées.

L'ordonnance s'applique aux substances, objets et déchets dont l'activité, la concentration, la contamination, les débits de dose ou la masse excédent les valeurs indiquées dans les annexes. Elle définit le rôle et les tâches de la Commission de la protection contre les radiations. L'ordonnance définit les catégories de personnes pouvant utiliser des rayonnements ionisants, leur formation professionnelle et l'obligation qui leur est impartie de suivre des cours de perfectionnement correspondant à leur activité et à leur responsabilité. L'ordonnance règle de façon stricte les conditions auxquelles des personnes peuvent être exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession, les valeurs-limites de dose qu'elles peuvent recevoir. Elle accorde une protection toute particulière aux femmes enceintes et aux enfants à naître. L'ordonnance énonce les conditions à remplir pour qu'une personne puisse exploiter un service de dosimétrie individuelle. Elle définit les zones contrôlées, le blindage, l'emplacement des installations et des sources radioactives. Elle établit les principes applicables au rejet dans l'environnement, au traitement, au conditionnement, au stockage temporaire et à l'élimination des déchets radioactifs ainsi que les conditions de leur exportation. A cet effet, elle établit le principe de l'élimination des déchets quels qu'ils soient. Elle établit les mesures nécessaires à la prévention des défaillances et la protection en cas d'urgence au voisinage d'entreprises où a eu lieu une défaillance. La surveillance de l'environnement, des denrées alimentaires et la mesure des concentrations de radon font l'objet de dispositions particulières. Un chapitre à part entière traite de l'organisation d'intervention et des personnes et entreprises astreintes. Ce chapitre renvoie à l'ordonnance ad hoc qui sera reprise ci-après sous point 1.9. Le chapitre consacré au régime de l'autorisation et aux homologations délimite les compétences entre l'Office fédéral de la santé publique et l'Office fédéral de l'énergie.

Au sein d'un Etat fédéral comme la Suisse, la mise en place d'un système de radioprotection ne va pas sans partage des tâches non seulement entre la Confédération et les cantons (partage vertical) mais aussi entre les divers départements fédéraux et les commissions mises en place (partage horizontal). Nous reviendrons plus en détail sur l'ensemble de cette structure dans la partie de cet article consacrée à l'infrastructure radioprotection.

1.4. Ordonnance du 28 novembre 1983 sur la protection en cas d'urgence en voisinage des installations nucléaires

On l'a vu, au cours des deux chapitres précédents, les dispositions de la loi et de l'ordonnance sur la radioprotection sont, à quelques exceptions près, applicables aux installations nucléaires. Les exceptions sont justement réglées par la législation sur l'utilisation pacifique de l'énergie atomique.

Un certain nombre d'ordonnances fondées sur la législation atomique et/ou sur la législation sur la radioprotection composent la mosaïque du système suisse de radioprotection. Parmi elles figure l'ordonnance sur la

protection en cas d'urgence au voisinage des installations nucléaires[5]. Elle régit l'alerte et l'alarme ainsi que la préparation et l'exécution des mesures de protection à déployer en cas de mise en danger par la radioactivité au voisinage d'une installation nucléaire. Elle définit les tâches incombant aux exploitants de telles installations ainsi qu'aux services fédéraux, cantonaux et communaux.

L'ordonnance enjoint à l'autorité compétente pour octroyer les autorisation de construire de délimiter deux zones autour de chaque installation nucléaire. La zone 1 couvre la région dans le périmètre de laquelle un dérangement grave peut causer, pour la population, un danger exigeant des mesures de protection rapides. La zone 2, contiguë à la zone 1, couvre une aire d'un rayon d'environ 20 km, divisée en secteurs. L'ordonnance régit l'alerte, l'alarme générale, l'alarme radioactivité et leur déclenchement. Elle règle l'installation des dispositifs d'alarme, les tâches des exploitants d'installations nucléaires, des services fédéraux, cantonaux et communaux. La majeure partie des coûts engendrés par la mise en place du matériel d'alerte (sirènes, commandes à distance et équipements de télécommunications appropriés) est prise en charge par les exploitants des installations nucléaires.

1.5. Ordonnance 2 mars 1987 sur les émoluments dans le domaine de la radioprotection[6]

Cette ordonnance régit les émoluments requis pour les prestations de services, y compris les décisions de l'Office fédéral de la santé publique, et pour celles des organes auxquels il a confié l'exécution de certaines tâches dans le domaine de la radioprotection. Le principe commande que celui qui sollicite une prestation est tenu d'acquitter un émolument. Cependant, les autorités de la Confédération sont exonérées de tout émolument lorsqu'elles sollicitent une prestation en leur propre faveur.

1.6. Ordonnance du 24 janvier 1990 sur la protection atomique et chimique (AC) coordonnée[7]

Cette ordonnance règle la coordination des activités de toutes les personnes et de tous les services, civils et militaires, qui, dans le cadre de la défense générale et de la lutte en cas de catastrophe, sont chargés de prendre des mesures en rapport avec des événements nucléaires/atomiques (A) ou chimiques (C). Son but est de veiller à ce que, en cas d'événements atomiques ou chimiques soient prises les mesures protégeant au maximum l'homme, les animaux et l'environnement. Elle oblige tous les services civils et militaires chargés de planifier, de préparer et d'exécuter les mesures de protection A ou C dans le cadre de la défense générale et de la lutte en cas de catastrophe de coopérer. Il appartient à l'état-major de la défense de coordonner la planification et la préparation des mesures de protection A et C dans le cadre de la défense générale. A cet effet, l'état-major dispose de la Commission fédérale de protection atomique et chimique (COPAC) agissant comme organe technique. Le président et les membres de la COPAC sont nommés par le Conseil fédéral. Le secrétariat est assuré par l'Office fédéral de la santé publique.

1.7. Ordonnance du 3 décembre 1990 sur la Centrale nationale d'alarme[8]

La Centrale nationale d'alarme (CENAL) est l'organe technique de la Confédération pour les événements extraordinaires suivants: danger dû à une radioactivité accrue; danger dû à des accidents avec des substances chimiques ou des organismes; danger d'inondation dû à une rupture de barrage ou au débordement des eaux d'un barrage; danger dû à la chute d'un satellite. Le Conseil fédéral peut aussi confier des tâches à la CENAL lors d'un danger dû à d'autres événements extraordinaires. La CENAL a pour tâche de collecter, d'analy-

ser et de diffuser les données en rapport avec les événements mentionnés ci-dessus. Elle doit informer les services compétents de la Confédération, les autorités et les services spécialisés des cantons et de l'étranger, ainsi que les points de contact internationaux. En cas de danger imminent, la CENAL peut, de son propre chef, informer, avertir les autorités, alarmer la population et lui donner, par la radio, les instructions sur le comportement à adopter jusqu'à ce que les autorités compétentes soient en mesure d'agir. Les attributions de la CENAL sont déterminées par la nature de l'événement extraordinaire. Ainsi en cas de danger dû à l'augmentation de la radioactivité, les attributions de la CENAL sont, entre autres, définies par l'ordonnance du 26 juin 1991 relative à l'organisation d'intervention en cas d'augmentation de la radioactivité; en cas de danger dû à des accidents avec des substances chimiques ou des organismes, les attributions sont réglées par l'ordonnance du 27 février 1991 sur la protection contre les accidents majeurs; en cas de danger d'inondation dû à une rupture de barrage ou au débordement des eaux d'un barrage, le règlement du 9 juillet 1957 concernant les barrages est applicable. La CENAL est subordonnée au Département fédéral de l'intérieur (DFI). Elle est divisée en un poste d'alarme occupé en permanence pour la réception des messages nationaux et étrangers et un service de piquet. Ce dernier est un organe technique atteignable en tout temps. Il apprécie la situation compte tenu des messages reçus et prend les mesures nécessaires. Il appartient à l'Institut suisse de météorologie de mettre à disposition du personnel pour le poste d'alarme.

1.8. Ordonnance du 27 février 1991 sur la protection contre les accidents majeurs[9]

Cette ordonnance est basée sur la loi fédérale sur la protection de l'environnement et la loi fédérale sur la protection des eaux contre la pollution. Elle a pour but de protéger la population et l'environnement des graves dommages résultant d'accidents majeurs. Cette ordonnance ne s'applique cependant pas aux installations et aux moyens de transport soumis à la législation sur l'énergie nucléaire et sur la protection contre les radiations, dans la mesure où leurs radiations pourraient causer des dommages à la population ou à l'environnement. Néanmoins, il est bon de signaler au lecteur l'existence et le champ d'application de cette ordonnance afin de lui éviter toute méprise.

1.9. Ordonnance du 26 juin 1991 relative à l'organisation d'intervention en cas d'augmentation de la radioactivité[10]

L'ordonnance définit l'organisation d'intervention et décrit ses tâches lors d'un événement pouvant provoquer pour la population un danger dû à une augmentation de la radioactivité. Si le danger provient d'une installation nucléaire suisse, l'ordonnance sur la protection en cas d'urgence au voisinage des installations nucléaires est applicable (voir ci-dessus point 1.4). Cette ordonnance enjoint aux organes de la Confédération et des cantons ainsi qu'aux exploitants des centrales nucléaires de collaborer, dans le cadre prévu par l'organisation d'intervention en cas d'augmentation de la radioactivité (OIR). Les mesures de protection à prendre à la suite d'un événement seront déterminées sur la base du Concept des mesures à prendre en fonction des doses (CMD). Les détails de ce concept figurent en annexe de l'ordonnance. Les mesures de protection sont ordonnées par la Centrale nationale d'alarme dans les cas d'extrême urgence uniquement. Dans tous les autres cas, il appartient au Conseil fédéral de décider et d'ordonner de telles mesures. La Commission fédérale pour la protection atomique et chimique élabore les bases pour le calcul des doses. L'organisation d'intervention comprend un comité directeur radioactivité (CODRA) doté d'un état-major, la Centrale

nationale d'alarme et les instances et moyens supplémentaires qui peuvent être le Poste d'alarme pour la radioactivité (PA) de l'Institut suisse de météorologie, des services de l'administration fédérale, des Postes, des Chemins de fer, du Conseil des écoles polytechniques fédérales, de l'organisation de prélèvement et de mesure et des réseaux de transmission. Le CODRA est dirigé par le secrétaire général du Département fédéral de l'intérieur. Font partie du CODRA les responsables des offices civils ou militaires concernés. Il se compose d'une douzaine de personnes environ. Le CODRA a à sa disposition la Commission fédérale de protection atomique et chimique, la Commission fédérale de la surveillance de la radioactivité, la Commission fédérale de la protection contre les radiations et, enfin, la Commission fédérale de la sécurité des installations nucléaires. Dans le but de réunir les données nécessaires à la prise de décision, l'ordonnance met sur pied une organisation de prélèvement et de mesure. Cette organisation comprend des stations de mesure pour la surveillance permanente de la radioactivité de l'air, des réseaux de stations de mesure pour la surveillance permanente de la contamination du territoire et le réseau automatique de surveillance du débit de dose au voisinage des centrales nucléaires. La CENAL dispose également d'un réseau de postes d'alerte atomique, d'équipes mobiles disposant de véhicules et d'hélicoptères de mesure. Il appartient à la CENAL d'engager l'organisation de prélèvement et de mesure. Le lieu d'engagement du CODRA, de son état-major et de ses experts est établi au même endroit que le Conseil fédéral. La CENAL est engagée à un endroit appelé METALERT. Ces endroits sont bien évidemment tenus secrets pour des raisons de sécurité. Le secrétaire général du DFI est le chef de l'organisation d'intervention en cas d'augmentation de la radioactivité.

1.10. Ordonnance du 1er juillet 1992 sur la distribution de comprimés d'iode à la population[10]

Cette ordonnance régit l'approvisionnement de la population en comprimés renfermant de l'iode lors d'un incident pouvant entraîner la mise en danger de la population à la suite de l'émission d'iode radioactif. Par approvisionnement, il faut entendre l'acquisition, la distribution, le stockage et la remise à titre préventif des comprimés. L'ordonnance charge l'Office fédéral de la santé publique de veiller à l'acquisition des comprimés pour l'ensemble de la population suisse, à ce que le nombre des comprimés mis à disposition permette aux organes responsables de procéder à leur répartition, leur stockage, leur remise aux particuliers et à ce qu'une réserve suffisante soit à disposition en permanence. Dans les zones 1 et 2 à proximité d'une installation nucléaire, les cantons et les communes veillent à ce que les comprimés soient remis à titre préventif et en quantité suffisante à toutes les personnes qui séjournent régulièrement dans ces zones, à tous les ménages ainsi qu'aux responsables des entreprises, écoles, administrations et autres institutions publiques et privées. Dans la zone 2, les cantons et les communes peuvent renoncer à la remise à titre préventif aux ménages, si des dispositions sont prisent garantissant que les particuliers peuvent venir s'approvisionner dans les deux heures suivant l'ordre de distribution. Sur le reste du territoire suisse, les cantons doivent assurer une distribution décentralisée adéquate et l'entreposage en quantités suffisantes des comprimés. Dans l'éventualité d'un incident majeur, les cantons doivent prévoir la remise de ces comprimés de façon à ce que la population puisse venir s'approvisionner dans les douze heures suivant l'ordre de distribution. Les critères de décision pour ordonner l'ingestion sont fixés dans le concept des mesures à prendre en fonction des doses, conformément à l'ordonnance sur l'organisation d'intervention en cas d'augmentation de la radioactivité.

Lors d'incidents majeurs, les organes compétents prescrivent dans quelles régions de la zone 2 et du reste du territoire suisse les comprimés doivent être remis à la population; où et pour quelle durée les comprimés doivent être pris. Les exploitants d'installations nucléaires sont tenus d'assumer la totalité des coûts dans les zones 1 et 2 et de la moitié de ceux concernant le reste du territoire suisse. Les coûts comprennent l'acquisition, le remplacement, l'élimination des comprimés ainsi que l'information de la population et des spécialistes.

2. INFRASTRUCTURE RADIOPROTECTION

2.1. Autorités[12]

2.1.1. Assemblée fédérale

L'assemblée fédérale est l'organe parlementaire de la Confédération. Si l'on excepte les prérogatives législatives, elle n'a pas d'attribution particulière dans le cadre de l'infrastructure radioprotection. Cette infrastructure est amenée à prévenir ou gérer des situations particulières caractérisées par l'urgence, la complexité scientifique et l'information. Une structure aussi lourde qu'un parlement n'est pas appropriée. C'est pourquoi le législateur n'a pas jugé utile de s'attribuer un rôle quelconque dans la gestion de telles situations.

2.1.2. Conseil fédéral

Le Conseil fédéral constitue l'organe fédéral suisse de gouvernement. La loi sur la radioprotection charge le gouvernement de constituer les organes et de mettre en place les infrastructures nécessaires pour faire face à une situation particulière due aux dangers que représente les rayons ionisants. Le Conseil fédéral a la faculté de prévoir des dérogations à la loi. Parmi les obligations qui incombent au Conseil fédéral, on peut citer la fixation des exigences relatives à la qualification du personnel ayant des activités pouvant présenter un danger lié à des rayonnements ionisants; l'institution des commissions consultatives; la fixation des limites à l'exposition aux radiations, le règlement de la mesure de la dose d'exposition; la prescription de mesures médicales pour certaines personnes exposées professionnellement aux radiations; les valeurs de tolérance et les valeurs-limites pour les nucléides radioactifs dans les denrées alimentaires; l'institution d'une organisation d'intervention en cas d'augmentation de la radioactivité. Le Conseil fédéral, on le voit, est la plus haute autorité en matière de radioprotection.

2.1.3. Département fédéral de l'intérieur

Le Département fédéral de l'intérieur (DFI) a été investi de pouvoirs réglementaires d'exécution et de pouvoirs d'ordre administratif dans le domaine de la radioprotection. Il est également compétent en matière de recherche nucléaire et assure la liaison avec les universités et les écoles polytechniques fédérales. En matière réglementaire, le DFI dispose d'une responsabilité générale en matière de radioprotection. Il est chargé d'adopter les normes utiles à la mise en application des mesures arrêtées par le Conseil fédéral en ce qui concerne la protection contre les radiations ionisantes. Le DFI élabore notamment, avec le concours du Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie (DFTCE), après avoir entendu les organes de contrôle compétents, des directives portant sur les contrôles à réaliser en matière de radioprotection. Le DFI arrête, en outre, en accord avec la Commission fédérale de la protection contre les radiations, les directives sur les mesures à adopter en vue de la protection des personnes soumises médicalement à des radiations. En matière alimentaire, le DFI est compétent pour déterminer les concentrations maximales admissibles de radionucléides incorporables dans les denrées alimentaires.

Le DFI détermine, en outre, l'enseignement, les modalités d'examen et les droits relatifs aux cours de formation et de perfectionnement dispensés par la Confédération dans le domaine de la radioprotection. Les cours dispensés par des institutions privées doivent faire l'objet d'une reconnaissance préalable de la part du DFI ou de l'organe de contrôle compétent pour pouvoir bénéficier de subventions qui sont fixées par le DFI. En tout état de cause, l'utilisation professionnelle de matières radioactives ou d'installations génératrices de radiations ionisantes exige une formation reconnue par le DFI ou l'organe de contrôle compétent. En vertu de ces pouvoirs administratifs, le DFI assume avec le concours du DFTCE la coordination des activités des organismes nucléaires de contrôle de la radioprotection.

Le DFI dispose également de pouvoirs pour ordonner les mesures qui s'imposent au sujet de la surveillance médicale des travailleurs exposés professionnellement à des radiations ionisantes.

En matière de déchets radioactifs, le DFI est chargé de faire évacuer par les organismes appropriés les déchets radioactifs autres que ceux provenant d'installations nucléaires produisant de l'énergie ainsi que d'installations de retraitement de combustible irradié. Enfin, le DFI est l'autorité supérieure de l'Office fédéral de la santé publique et de l'Office fédéral de l'éducation et de la science.

2.1.4. Office fédéral de la santé publique

L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) dispose, par l'intermédiaire de sa Division de la radioprotection, de pouvoirs administratifs et de contrôle étendus dans le domaine de la radioprotection.

En matière administrative, l'OFSP est compétent pour délivrer et révoquer les autorisations dans le domaine de la production, de l'utilisation, de la détention, de l'élimination, de l'importation et de l'exportation de substances radioactives ainsi que des équipements nucléaires quelle que soit leur utilisation, industrielle et scientifique, médicale ou agricole, à l'exclusion des installations nucléaires, des combustibles nucléaires et des résidus radioactifs. L'OFSP est toutefois lié par l'avis négatif émis par la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accident (CNA) qui examine les demandes d'autorisation des entreprises soumises à la loi fédérale sur l'assurance accident. L'OFSP dispose de pouvoirs de contrôle sur les parties des installations de radiothérapie. Il contrôle les entreprises dans lesquelles il s'agit avant tout de protéger le public. En revanche, il appartient à la Division principale de la sécurité des installations nucléaires d'inspecter la sécurité des établissements nucléaires. L'OFSP ainsi que l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), chacun dans son domaine de compétence, contrôle l'importation et l'exportation des substances radioactives ainsi que des appareils et objets qui contiennent des substances radioactives.

Le ramassage et l'expédition des déchets radioactifs qui proviennent de l'industrie, de la recherche et de la médecine sont également du ressort de l'OFSP. En ce qui concerne la collecte et le conditionnement de ces déchets, l'OFSP collabore avec l'Institut Paul-Scherrer (IPS). L'Institut Paul Scherrer est un établissement de recherche de droit public de la Confédération, autonome et doté de la personnalité juridique. L'IPS est un établissement national de recherche multidisciplinaire pour les sciences naturelles et de l'ingénieur. Il assume des tâches de recherche dans de nombreux domaines dont ceux de la physique nucléaire et de la physique des particules; de la médecine des irradiations, de la radiobiologie et de l'hygiène radiobiologique. Conformément à l'ordonnance du 8 juillet 1996 sur les déchets radioactifs soumis à l'obligation de livraison, l'IPS est chargé de réceptionner, trier et traiter certaines catégories de déchets radioactifs. L'OFSP représente l'administration centrale chargée de collecter les déchets radioactifs autres que ceux provenant des

installations nucléaires, au sein de la société coopérative nationale pour l'entreposage des déchets radioactifs (Cédra). Conjointement avec d'autres services fédéraux et des organisations professionnelles, l'OFSP organise en outre des cours de formation et de perfectionnement en matière de radioprotection. Il est chargé de verser les subventions allouées par la Confédération aux institutions privées organisant des cours en la matière.

2.1.5. Office fédéral de l'éducation et de la science

L'Office fédéral de l'éducation et de la science (OFES) a été créé en 1968. Il est rattaché au Département fédéral de l'intérieur où il fait partie, avec le Conseil des écoles polytechniques fédérales, du Groupement de la science et de la recherche dont les activités sont gérées par un état-major. L'OFES assure la coordination entre les milieux universitaires et privés et les autorités gouvernementales en matière de recherche. Il représente le gouvernement dans les organismes de recherche fondamentale et appliquée. Il s'occupe également de la recherche et matière de fusion thermonucléaire et de la physique nucléaire des hautes et moyennes énergies. Cet office n'a pas de rôle direct à jouer dans l'infrastructure radioprotection.

2.1.6. Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie

Le Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie (DFTCE) a, entre autres, pour mission générale d'édicter des directives conjointement avec le DFI et, après avoir entendu les organes de contrôle compétents, sur les mesures de surveillance qui devront être prises en vue de la protection de la population, ainsi que sur la coordination des organes chargés des contrôles.

Le DFTCE exerce également sa tutelle sur la Commission fédérale de la sécurité des installations nucléaires.

2.1.7. Office fédéral de l'énergie

L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) est compétent pour préparer et faire appliquer la législation en matière d'énergie nucléaire. Il est compétent pour autoriser le transport, l'importation et l'exportation des matières et équipements nucléaires, ainsi que pour le stockage des combustibles nucléaires et des déchets radioactifs. De l'OFEN dépend une Division principale de la sécurité des installations nucléaire (DSN). Cette division est requise pour émettre un avis d'expertise sur les rapports techniques de sécurité relatif aux diverses autorisations exigées par la réglementation nucléaire suisse. La DSN assure de même la surveillance technique des établissements nucléaires et de l'Institut Paul-Scherrer. Elle se concentre en outre sur les mesures à prendre en vue de la prévention des sinistres nucléaires. Elle veille à la bonne application de la législation nucléaire mais aussi de la législation sur la radioprotection à l'intérieur des installations nucléaires. Ainsi, la nature de l'installation, nucléaire ou non, déterminera qui de l'Office fédéral de l'énergie ou de l'Office fédéral de la santé publique est compétent pour veiller à une bonne application de la législation fédérale en matière de radioprotection.

2.2. Organismes consultatifs

2.2.1. Commission fédérale de la protection contre les radiations

La Commission fédérale de la protection contre les radiations a été instituée et rattachée au Département fédéral de l'intérieur. Il incombe à ladite commission de conseiller de façon générale le Département fédéral de l'intérieur au sujet des questions se rapportant à la protection de la population contre le danger provenant des radiations ionisantes. Ainsi, la commission est-elle également consultée sur les modifications et les compléments à apporter aux définitions portant sur les doses maximales admissibles pour les personnes exposées aux radiations, ainsi que sur les

valeurs directrices d'activité et de la contamination des surfaces dans l'environnement. La Commission fédérale est composée de représentants provenant des milieux universitaires, médicaux et de l'administration.

2.2.2. Commission fédérale de la surveillance de la radioactivité

La Commission fédérale de la surveillance de la radioactivité, sous l'autorité du Département fédéral de l'intérieur, est compétente pour surveiller en permanence la radioactivité de l'environnement. Elle tient régulièrement le Conseil fédéral au courant des contrôles qu'elle a exercés et prépare à son intention l'information du public en cas d'élévation du taux de la radioactivité ambiante. La commission peut éventuellement proposer au Conseil fédéral les mesures qu'il convient de prendre pour faire face à la protection de la population. Les travaux effectués au moyen de sources radioactives non scellées à l'extérieur d'une entreprise sont portés à la connaissance de la commission par l'Office fédéral de la santé publique lorsqu'ils sont susceptibles de provoquer une contamination de l'environnement. La Commission comprend des experts représentant les milieux universitaires et l'Ecole polytechnique fédérale. Ces membres sont nommés par le Conseil fédéral sur proposition du Département fédéral de l'intérieur.

2.2.3. Commission fédérale de protection atomique et chimique

La Commission fédérale de protection atomique et chimique (COPAC) est un organe technique. Les membres et le président de la COPAC sont nommés par le Conseil fédéral, sur proposition du Département fédéral de l'intérieur, en accord avec le Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie et après consultation de l'état-major de la défense. La COPAC dispose, pour accomplir ses tâches, d'un secrétariat permanent qui est assuré par l'Office fédéral de la santé publique. Le président de la COPAC peut traiter directement avec les offices et les services de la Confédération et des cantons. Cette commission est à disposition du comité directeur radioactivité (CODRA) chargé de gérer la situation en cas d'événement pouvant provoquer pour la population un danger dû à une augmentation de la radioactivité. A titre de préparation à une intervention, la COPAC élabore, pour les différents événements, les bases pour le calcul des doses qui composent le Concept des mesures à prendre en fonction des doses dont nous avons parlé ci-dessus dans le cadre de l'ordonnance du 26 juin 1991 relative à l'organisation d'interventions en cas d'augmentation de la radioactivité. En cas d'augmentation de la radioactivité, la COPAC est intégrée à la Centrale nationale d'alarme.

2.2.4. Commission fédérale de la sécurité des installations nucléaires

La Commission fédérale de la sécurité des installations nucléaire (que l'on abrège encore et toujours CSA au lieu de CSN) est régie par l'ordonnance du 14 mars 1983. Cette commission est un organe consultatif du Conseil fédéral et du Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie. Elle est rattachée administrativement à l'Office fédéral de l'énergie. La commission donne son avis sur les demandes d'octroi des autorisations générales, ainsi que des autorisations de construction et de mise en service, d'exploitation ou de modification d'une installation nucléaire. Son rôle est de préciser en particulier si, compte tenu de l'expérience ainsi que de l'état de la science et de la technique, toutes les mesures indispensables et raisonnablement exigibles sont prises aux fins de protéger l'homme et l'environnement contre les radiations ionisantes. Elle s'exprime également sur les rapports d'expertise élaborés par la Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN) rattachée à l'Office fédéral de l'énergie.

La commission suit l'exploitation des installations nucléaires dans le pays et à l'étranger sous l'angle de la sécurité nucléaire et de ses aspects fondamentaux. Elle propose les mesures indispensables et raisonnablement exigibles, compte tenu des expériences ainsi que de l'état de la science et de la technique.

La commission comprend au maximum 13 experts en matière nucléaire, nommés par le Conseil fédéral, sur proposition du Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie. Les membres de la commission exercent leur mandat à titre personnel en dehors de leurs activités professionnelles principales. Ils ne sont liés à aucune instruction et ne peuvent se faire remplacer. Ses travaux sont confidentiels et les experts sont soumis à l'obligation du secret professionnel. Son secrétariat est rattaché à la Division principale de la sécurité des installations nucléaires.

2.2.5. Considérations finales

A l'instar d'une mosaïque, le système suisse de radioprotection doit être regardé de loin pour être compris et apprécié. La structure de type fédéral qui caractérise notre Etat est également observable à travers ce système. On dénombre pas moins de quatre organismes consultatifs ayant affaire de près ou de loin avec la radioprotection. Deux départements (le DFI et le DFTCE) ainsi que les offices qui en dépendent ont des compétences croisées. Toute cette organisation peut paraître lourde, lente et coûteuse en comparaison avec les systèmes existants dans les pays centralisés. Il n'en est rien, bien au contraire. Les diverses commissions, nommées par le Conseil fédéral, comportent un nombre restreint de membres. Ceux-ci sont les spécialistes issus de tous les milieux professionnels. Ils ne sont pas engagés à plein temps au sein des commissions. Les commissions jouissent d'une grande indépendance et ne sont soumises à aucune pression. Cette structure et cette organisation propre à un système de milice permettent d'accroître la motivation et l'efficacité des commissaires. La coordination des tâches de chaque commission ainsi que l'échange d'information reste le talon d'Achille du système. De ce point de vue, la catastrophe de Tchernobyl a permis de corriger les imperfections. Les révisions législatives qui ont suivi ont notamment permis de renforcer les pouvoirs de la Centrale nationale d'alarme (CENAL) et créer un comité directeur radioactivité (CODRA). Le partage des tâches et le système de milice qui caractérisent ces organismes sont les meilleurs garants d'une information judicieuse de la population et d'une organisation efficace des secours par les autorités compétentes puisque ces structures valorisent l'expérience professionnelle, suscitent une grande motivation et entretiennent l'esprit critique de chacun.

NOTES ET RÉFÉRENCES

1. Recueil systématique du droit fédéral 101 (RS 101)
2. Message relatif à une loi sur la radioprotection (LRaP), in *Feuille fédérale 1988*, volume II, p. 189 ss (FF 1988 II 189)
3. Loi fédérale du 22 mars 1991 sur la radioprotection (LRaP; RS 814.50)
4. Ordonnance du 22 juin 1995 sur la radioprotection (ORaP; RS 814.501)
5. RS 732.33
6. RS 814.56
7. RS 501.4
8. RS 732.34
9. RS 814.012
10. RS 732.32
11. RS 814.52
12. Réglementation générale et cadre institutionnel des activités nucléaires, in *Législations nucléaires – Etude analytique*, OCDE/AEN, éd. 1995, mise à jour 1996, OCDE, Paris

About Some Teratogenetic Effects of Nuclear Radiations on US Jurisprudence and Science

Robert M. HAGER

I. THE FALSE ECONOMY OF NUCLEAR ENERGY

Investment in an inherently dangerous activity is normally deterred to the extent that the potential cost of liability for its injury to person or property is expected to erode profits from its exploitation. The two alternative means of preventing corporate excesses, criminal prosecution for deliberate or reckless conduct and prior regulation of hazards by the state, too often lack credibility. Regulatory agencies become routinely captive to powerful interests they are intended to regulate. Prosecutors, even if more independent than regulators, have too often proven reluctant to prosecute the factually complex wrongdoing of powerful corporations. Both techniques depend on governmental officials taking initiatives against the focussed interests of the financial backers of many of the politicians those officials serve[1]. Under these circumstances, the perceived capacity of the civil justice system to allocate the cost of injuries back to the investor through private damage suits will often determine whether the investment is made in the more dangerous activity rather than in its more benign competitor.

Nuclear energy well exemplifies this economic problem. First, the typical nuclear regulatory agency is a classic captive agency, serving as little more than a public relations arm for the nuclear industry, while remaining protected from scrutiny within a closed circle of special expertise it shares with that industry. The agency's mission of regulation is often confused with the political goal of promoting the industry. Second, few ways of inflicting injury are more complex than low-level radiation. Criminal prosecution is rare. Finally, although the use of radioactive materials is widely understood to be among the most hazardous of activities, the imposition of liability on the nuclear energy enterprise for the injuries it causes has been only sporadic. Allowed to avoid payment for the costs it imposes on society, the nuclear enterprise benefits from a false competitive advantage not shared by other means of producing energy[2].

There is much debate over the extent of the injuries caused to workers employed by the nuclear industry, to persons living around nuclear power and weapons plants and near the fuel cycle facilities which feed them and handle their wastes, to persons around the world as a result of nuclear bomb testing, and to all those exposed to releases from both the small, less conspicuous, accidents as well as from the large, well-publicized accidents at nuclear facilities such as Chernobyl and Three Mile Island[3]. But under any reasonable resolution of that debate the number injured by nuclear materials would dwarf the small number of radiation injury liability claims paid over the years. The difference between these numbers, a sum not calculated here, measures the uncompensated burden on society imposed by the nuclear industry. By comparison, the asbestos industry, which had the misfortune to cause a trademark disease bearing its

name, asbestosis, has spent billions of dollars in compensating its victims, and gone bankrupt as a result. The market has determined that, given the untoward costs, the asbestos industry is less valuable to society than its competitors.

This article will explore the mechanics of the preferential treatment the nuclear enterprise enjoys by discussing some attempts to establish liability for radiation injury in the United States, drawing partly on the author's involvement in such cases. In view of the U.S. presence at the inception of the nuclear age, and its relatively well-developed law of tort (delict), the United States provides a useful test of the capacity of legal systems to compensate for radiation injuries. The United States government, starting with its "Manhattan Project", midwived the nuclear age, detonated the first nuclear weapon, and went on to build the first nuclear power plant and deliberately create the nuclear power industry through subsidies of many kinds[4]. Through its early monopoly on enrichment of nuclear materials in the West, government facilities initiated the transformation of relatively innocuous natural uranium into much of the hazardous nuclear materials present in the world today.

With all this nuclear activity, there are nevertheless few significant U.S. cases in which life and property injured by low level radiation have been compensated. This causes what economists refer to as a "market failure", giving to nuclear energy a false competitive advantage over other forms of energy. During the cold war this subsidy to the nuclear industry in the form of uncompensated human injuries benefitted from a Strangelovian national security ideology advocating more and better nuclear weapons. This ideology cloaked all matters nuclear in the national flag.

Born in secrecy and tended by a priesthood of atomic scientists in service to the ultimate weapon of its age, the nuclear industry was allowed to randomly impose on others the health costs inflicted by radiation. Eluding the senses, low level radiation took years and decades to work its damage in the form of cancer, leukemia and other diseases. The victims for the most part lacked any effective remedy, and the legal system did not adapt to provide one. But because of the perceived connection to national security, to question this arrangement was almost unpatriotic.

The effects of two events now growing a decade old alter this political calculus. With the end of the cold war, and the acknowledgement of the health effects of the not unrelated accident at Chernobyl, Ukraine, the preferred legal and economic status of nuclear energy now can and deserves to be revisited. First, the monolithic ideology of nuclear deterrence has been breached as prominent members of the United States military begin to debate the military necessity of maintaining nuclear weapons in post-cold war arsenals[4a]. Second, the U.S government itself has recently cast a weak ray of light into the darkest closet of secret human sacrifices to the nuclear Molloch, which was previously only illuminated by nuclear opponents[5]. This has caused the U.S. government to acknowledge responsibility for, at least, the most egregious cold-war practices, which amounted to human rights abuses by the U.S. government against its own citizens[6]. No prosecutions are known to have ensued from these revelations of non-consensual human experimentation by the government and its contractors.

As this article is being written in early August 1997, there is a new factor unfolding. *The New York Times* and *USA Today* are publishing a series of news accounts concerning one of the largest of the U.S. government's human radiation experiments. An internal Department of Energy report obtained by the press has revealed parts of a suppressed government study of the health effects of 1950's bomb tests in the U.S. Based on studies of radioactive iodine in fallout, weather conditions, and milk production and consumption patterns, the study linked fallout to at least 2500 excess thyroid cancer deaths and tens of thousands other injuries from this single

isotope. The toll from all cancers caused by the full palette of radioisotopes released in fallout from all bomb testing would be expected to be much larger[6a].

The publicity given this story may wel indicate a new willingness by society to face the death and injury toll of the nuclear age. Or it may simply reflect that the media guardians are on vacation in August. Eventually, legal reforms will be required for the post-cold war political changes to be reflected in the economics of nuclear energy, so as to bring this industry under the discipline of the market.

II. THE MECHANICS OF NUCLEAR INJUSTICE

This section will describe the practical mechanics of the false economic advantage accorded to nuclear energy described in the previous section. The mechanics of this market failure may be analyzed in its several components, which consist of a variety of legal obstacles to the success of otherwise valid liability claims for radiation injury. In the arena of litigation and law-making these obstacles may be viewed as tactics to maintain the economic value of impunity. These legal tactics exploit special features of injuries caused by radiation as distinguished from, say, an automobile accident.

While most injuries caused by automobile accidents give rise to liability, most injuries from radiation do not. The automobile is perceived as sufficiently useful to society that it survives as a useful means of transportation for many applications, notwithstanding that its users pay compensation for a large portion of the personal and property injuries which it causes. It is doubtful to many whether the nuclear industry is sufficiently useful to society that it could survive the imposition of full responsibility for the injuries it causes. For this reason impunity is and has been an essential feature of the nuclear enterprise.

After a brief survey of the legal tactics by which the nuclear industry has avoided responsibility, more detailed attention will be given in the next section to exploring one of these tactics in action, the official manipulation of science.

1. Justice delayed

It is the nature of low level radiation that its effects take many years before they become medically manifest. In the case of most types of cancer, the latency period is about 20 years on average but can be far longer. This fact gives opportunity for employing legal tactics based on Statutes of Limitation (the time required after an injury occurs or is discovered within which a case must be brought) and Statutes of Repose (the time after a wrong is committed within which a case must be brought, irrespective of whether the injury has occurred yet, or is known to the injured person). These tactics allow for the denial of compensation for no other reason than the entirely foreseeable fact that the effects of radiation are delayed, and the proofs of the cause of those effects may be delayed even longer for no reason under the control of the injured person. A case may thus be denied because it was brought too late, even though it could not have been brought any earlier.

For example, in a case discussed in more detail below, a Kentucky Court upheld the denial of a radiation injury claim based on an interpretation of a statute of limitations that would have required a widow to bring her survivor's claim for the death of her husband and his burial costs years before her husband's fatal cancer was even diagnosed[7]. The Kentucky Court interpreted a state statute of limitations as precluding a widow from obtaining compensation for her husband's death from cancer unless the death occurred within three years after he first suspected that his health had been adversely affected in any

way by radiation. This denied the widow any remedy at all for her grievous loss.

Mr. Harding had suspected that certain skin, lung and other conditions (but not his fatal cancer which was diagnosed only eight years later) were related to his occupational exposures to radiation at the government's Paducah, Ky. uranium enrichment facility. But any injuries that occurred, including death, more than three years after his original suspicion are denied any remedy.

The Kentucky court's decision was even more manifestly unjust since Joe Harding had no evidence to prove his suspicion of radiation injury until after he died, a bioassay was taken of his bones, and an epidemiological study was completed by the government. His widow's case was based on evidence that was and could only have been obtained from a bone sample obtained after Mr. Harding's death. There was insufficient evidence to support a claim for any of his injuries before his death, but the law precluded recovery on any claim unless it was filed long before his death[8].

Epidemiological studies are required to prove radiation injuries[9]. But such studies are not only expensive and time consuming, they are of little value unless they are performed after the latency period for most of the diseases caused by exposure of a population is completed. For most radiogenic cancers this is understood to take from 20 up to 40 years. The Kentucky statute of repose, for example is 20 years. This could preclude the introduction of any meaningful epidemiological study of the exposures that caused an early injury. In the Joe Harding case a study of workers exposed to radiation by his employer under conditions very similar to his was admitted into evidence only by reopening the evidentiary phase of the case. If the case had not dragged on in litigation nearly 10 years by that point this crucial evidence would not have been available. Yet he could not have waited until it was available before filing without violating the statute of repose.

The long time it takes for radiation induced cancers to cause injury and death, the diversity of other diseases caused by radiation, and the limited means to gather evidence of exposure, all subject radiation claims to tactics such as this, for no particularly good reason. The purpose of statutes of limitation and repose is to protect defendants from claims asserted long after the defendant might anticipate such a claim. Anyone who handles nuclear materials is fully aware that its misuse will inflict injuries, many of which will be realized only in the distant future. However, Courts looking for reasons to avoid adjudication of complex cases rather than to do justice readily seize upon these tactics, misinterpret and expand them to entirely foreclose victims from obtaining any effective remedy for radiation injury[10].

2. Sovereign impunity

Much of the damage done by radiation has been inflicted directly by the government, such as through its bomb testing. The recent disclosures of injuries to the generation who were young in the 1950's will inevitably raise the issue of compensation for the vast damage done. In *Allen v. United States*, 588 F. Supp. 247 (D.Utah 1984), rev'd, 816 F.2d 1417 (10th Cir. 1987), cert. denied, 484 U.S. 1004 (1988) a district court found the government liable for injuring "downwind" victims of nuclear testing. The judge rendered a lengthy, meticulous analysis of the scientific evidence which constituted a virtual textbook on the proof of radiation injury. However the appeals court held that the government was immune from suit by the downwind victims, because bomb testing, including the failure to warn the public adequately of its effects, was a "discretionary function" of the sovereign and therefore immune from liability. A government proven guilty of killing its own citizens was accordingly held legally excused from paying for the damage it caused.

This is not the only type of immunity that protects government officials. After the accident at Three Mile Island the Nuclear Regulatory Commissioners intentionally denied residents a legally required administrative hearing before they permitted the additional release of radioactive material trapped in the damaged containment building directly into the atmosphere. A majority of the Nuclear Regulatory Commissioners had done so in order to promote the interests of the nuclear industry in conducting a cheap, and therefore dirty, cleanup of the ruined reactor before public opposition could mount and the personnel of its Commission change with a new presidential appointee. The residents were therefore exposed yet again to about the same amount of radiation as the accident itself released, without the opportunity to have a hearing on the perfectly adequate, though more expensive, alternatives.

On the basis of a judicial decision holding that they had been intentionally denied this valuable right[11], the residents sued the commissioners for nominal damages plus punitive damages, to be assessed by a jury which would be selected from among the residents around nearby Three Mile Island. The punitive damages would be measured in part by evidence of the global risk to the community from the release, especially young people, at least one of whom and as many as 300 of whom, evidence showed, would eventually die from the second deliberate exposure. By holding the Nuclear Regulatory Commissioners themselves personally liable for the compensation of these anonymous deaths and injuries it was hoped that they would be encouraged to actually regulate, as their name suggested they should, rather than promote the business interests of the industry.

While this case was pending the Supreme Court extended the immunities of federal government officials to cover deliberate violations of clearly established statutory and regulatory rights of citizens, if those rights had not also been previously established to be constitutionally required. On this ground the suit was dismissed[12].

Such immunities make it very difficult to hold the government responsible when it undertakes the business of conducting or promoting a hazardous activity itself, even when its actions suggest deliberate and knowing conduct.

The government has also shared a partial immunity with the nuclear industry by enacting the "Price Anderson" Act[13]. This law caps the liability of the nuclear industry for damages arising from nuclear accidents. Since the remainder of the damage is covered by a government sponsored insurance facility this scheme removes much of the risk of liability to investors in nuclear energy.

3. Nuclear Energy on the Dole

The government not only assists the nuclear industry by extending it sovereign-type immunities, it also extends more direct assistance to its contractors who are sued for causing radiation injury, in a kind of legal aid for the nuclear industry. The government maintains a legal unit which coordinates litigation tactics, and in certain cases, like the Joe Harding case, actually defends the suit on behalf of its contractor. A television documentary made about the Joe Harding case forced the government to admit that it had paid for litigation costs substantially more than what Joe Harding's widow could have received had she won her suit[14]. Nevertheless no offer of settlement was made by the government even after all the evidence was submitted, because the government's purpose was to make it uneconomic for an injured plaintiff to pursue a radiation injury case against a government contractor.

The government also subsidizes the manufacture, or suppression, as the case may be, of scientific evidence for the purpose of distorting the knowledge available about radiation hazards. The government then lends its experts in accomplishing this task to the industry to

testify in defense of the industry against persons injured by radiation. This form of litigation support is discussed in greater detail in the next section.

4. Worker's compensation, or employer's dispensation

Alongside the victims of the government's own handling of nuclear materials, the most numerous group of radiation victims may be the hundreds of thousands of workers in various nuclear facilities who receive and are officially allowed to receive larger radiation doses than other people. Virtually all of these workers in the United States are covered by state worker's compensation statutes. These laws provide a type of insurance. Right to payment is obtained by workers through a trial type process which, with several exceptions, imitates the procedures of formal trial. Since the laws also establish an "exclusivity doctrine" denying workers their ordinary right to choose a formal trial for their claims instead of the state's insurance scheme, these exceptions, which severely prejudice workers who claim radiation injury, are very important.

The first exception is that no jury is available to decide the facts in a worker's compensation proceeding, as would be the case in an ordinary civil suit. Instead government officials who staff the worker's compensation boards decide disputed facts. Unlike juries of ordinary citizens, these officials tend to credit the testimony of the government's official witnesses. The second important difference is that a jury does not assess the amount of damages necessary to compensate the injured person. The damages are instead assessed in accordance with formulas set by state legislatures, which are typically only a fraction of what juries would ordinarily award. Where causation is clear, as in most industrial accidents, this system works well enough in providing speedy compensation to workers at low transaction costs to prevent widespread protest. But where causation is contested, as it always is in a low level radiation claim, there is little difference between the speed and cost of the worker's compensation process and a formal trial, where the right to jury trial, and full damages would be protected. Since the costs of such a contested proceeding can easily exceed the expected benefits few such cases are ever brought. Therefore the nuclear enterprise follows the tactic of making such a claim as expensive as possible for the plaintiff.

The case of *Silkwood v. Kerr-McGee Corp.*, *infra*, the first and virtually only major award of damages to a nuclear worker by formal jury trial, well demonstrates the importance of these factors. The unique facts of the Silkwood case avoided the workers compensation "exclusivity" doctrine. Karen Silkwood had been contaminated not at the work place but at her home under circumstances which caused the case to be pursued also as a civil rights violation[15].

The Silkwood jury credited the testimony of Dr John Gofman, and other plaintiff's experts who are viewed by the industry as so remote from mainstream science as to be biased advocates of a cause. But it was the defendant's official witnesses that the jury easily saw to be the paid-for advocates of their employer's cause. The jury found a compensable injury from the mere fact of exposure of Karen Silkwood to nuclear material owned by her employer, the likelihood that she would in the future contract cancer, and her fear of that possibility. The jury clearly believed Dr Gofman's testimony that due to the plutonium found in Silkwood's lung, she "was married to cancer", and discredited the official witnesses' testimony that plutonium in low doses had never been proven to injure anyone before. The jury went on to award actual damages and punitive damages that could not have been awarded at all by the workers compensation system of insurance for disabilities.

5. Federal preemption

If a state or local government attempts to create favorable rules to protect radiation victims, these rules might be invalidated by federal courts claiming federal preemption of these local rules. The federal government is a strong promoter of nuclear energy, while state government, and especially local governments, have been less reliable in their support.

In *Silkwood v. Kerr-McGee Corp.*, 464 U.S. 238 (1984) the Supreme Court in a 5-4 vote reversed an appellate court decision which held that a $10 million punitive damages award for radiation injury was preempted by federal law. This almost unique success by a radiation victim in court was likely not unrelated to the fact that Karen Silkwood had been the subject of a motion picture. Her case was well publicized by the time it reached the publicity conscious U.S. Supreme Court.

Since the time of the *Silkwood* decision, the Supreme Court has developed a new doctrine permitting federal court review of state punitive damages awards for fairness without going to the full extent of preempting it. It is therefore not clear that another case like Silkwood would receive the same treatment today. Even in *Silkwood* the Court did not uphold the full amount of the award, but instead remanded to the appellate court which ordered a new trial. Rather than go through the delay of another trial, the plaintiff in the suit, Karen Silkwood's aging father, settled for less than $2 million.

In another preemption case a small township which was the involuntary host of a plutonium plant sought to set its own radiation emissions standards to protect its citizens against a planned radioactive waste incinerator. The Township's standards were far more stringent than the comparable federal standards. Such standards are premised upon the concept of acceptable doses of radiation, and, as discussed in greater detail below, can affect the outcome of liability claims. Standards such as those enacted by Parks Township could have eased the burden on radiation injury plaintiffs in proving liability. The nuclear plant owner challenged the local standards as preempted under federal law.

After several years of litigation the plaintiff corporation withdrew its suit to avoid a potential loss, and adverse precedent. Meanwhile, the Supreme Court had created a rule that a local government might itself be liable to pay the attorney fees of a corporation who proves that its law is preempted by federal law, which might apply to a second suit. Since these fees are potentially enormous compared to local legal budgets, this rule has made it too risky for state and local governments to defend most laws that take a more favorable approach for radiation victims than does federal law.

On the other hand, in the *Parks* case the corporation which withdrew its suit when it appeared that it would lose was not forced to pay the fees incurred by the Township in defending its suit[16]. This tactic makes local opposition to the nuclear industry expensive, win or lose.

6. Collusive class actions

The class action device is a means to aggregate similar claims that can be more efficiently pursued together than separately. When applied to injury claims, class suits lend themselves to collusive settlements. Lawyers appointed by the court, not the plaintiffs, get together with the defendant and in exchange for assuring payment of the plaintiffs' attorneys fees, the case is settled, even over the objection of the plaintiff class itself, for far less than the plaintiffs would obtain had they individually tried their suits. The settlement money is then often not distributed, because it is embarrassingly small, but instead retained as a fund controlled by the judge who approves the settlement, or by the lawyers, to the disadvantage of the plaintiffs[17].

This tactic was invented in the Three Mile Island case[18], but was fully perfected only

through the misapplied genius of perhaps the most creative U.S. judge, Judge Jack B. Weinstein, when presiding over the Agent Orange litigation[19]. Even after the tactic was recently weakened in an attempt by asbestos plaintiffs lawyers and defendants to settle all the future claims of exposed persons in a single collusive class action settlement[20], the tactic remains viable for future use when federal judges consider it appropriate.

The represented class in *In re Three Mile Island* did not stand by as "their" lawyers misused the settlement money intended to compensate their injury. Under the rules these lawyers could be replaced if their performance was inadequate. The lawyers had agreed to a settlement whereby the judge and the nuclear industry defendant had veto power over expenditures made from the settlement money that was notionally the plaintiffs'. One result was a scientific study with strict parameters fixed by the court. In this study the desired political "assumptions" outweighed the evidence to yield a predictable conclusion that the accident-generated radioactive emissions did not increase cancer risks in the TMI area. A subsequent reanalysis of the same data by an independent researcher, Dr Steven Wing, reached the opposite conclusion, and pointed out the distortions introduced by the judge's preconditions on the study[21]. In this way the money obtained in settlement of the victims' potential claims for radiation injury was used contrary to the victims' own interests, to disprove their serious injury.

A settlement that permitted this violation of the plaintiffs' own interests, and other similar uses of the money opposed by the class plaintiffs, in addition to the appointed lawyers' refusal to support uses of the settlement money that the plaintiffs did request, all provided grounds to remove these lawyers. In no sense did these lawyers represent, or even know, the class plaintiffs. The class was defined geographically, and was represented by lawyers from outside that area who were appointed by Judge Rambo. In order to remove these lawyers, the plaintiffs obtained the support of their actual elected representatives covering the same geographical area that defined the class. These elected political officials, as a group, requested the court to either force the court's chosen representatives to follow the wishes of the plaintiffs, or to replace them as permitted by the rules.

The court denied this request without explanation, despite the obvious lopsided disparity of credentials for representing the plaintiff class. Because a collusive action is easier for a judge to control than would be an actual adversarial proceeding in a large complex suit, the colluding lawyers were favored by Judge Rambo[22]. Experience shows that judges of a more bureaucratic than judicial temperament faced with cases such as this tend to like collusive class action settlements and the lawyers who make them. Of course collusion also serves the interests of the large corporations who pay the piper. Unless clearly prohibited, there will be more collusive settlements in the event of litigation for large scale radiation injuries.

7. Borderline crimes

Many of the victims of the nuclear enterprise are beyond the borders of the country where the activity originated. President John Kennedy acknowledged this in a speech announcing the limited nuclear test ban treaty, in a passage which is also testimony to early knowledge about health effects at high levels of radiation:

> "[O]ver the years the number and the yield of weapons tested have rapidly increased and so have the radioactive hazards from such testing.
>
> ...[T]he number of children and grandchildren with cancer in their bones, with leukemia in their blood, or with poison in their lungs might seem statistically small to some, in comparison with natural health hazards.

> But this is not a natural health hazard – and it is not a statistical issue. The loss of even one human life, or the malformation of even one baby – who may be born long after we are gone – should be of concern to us all. Our children and grandchildren are not merely statistics toward which we can be indifferent.
>
> *Nor does this affect the nuclear powers alone. These tests befoul the air of all men and all nations, the committed and the uncommitted alike, without their knowledge and without their consent."*[23]

Nevertheless there is little if any experience of radiation victims from abroad recovering for such injuries in a domestic court[24]. Future attempts to do so would confront the recently developed forum non conveniens doctrine, which caused the exclusion from U.S. courts of the victims of Union Carbide's toxic disaster in Bhopal, India[25].

The prospect for using international remedies is even less sanguine[26]. Therefore many more of the victims of nuclear energy are left without any remedy for their radiation injuries because of the predictable circumstance that the radiation that injured them crossed a border to reach them.

III. THE POLITICAL SCIENCE OF RADIATION HEALTH: TOO DANGEROUS TO MATTER

Unlike, for example, asbestos which causes asbestosis, mesothelioma, and few other conditions, low levels of radiation can cause all types of cancer, birth defects, and other conditions caused by cellular changes, and can also contribute to other disease processes by causing immune deficiency[27]. Whereas one would commonly know whether one has been exposed to asbestos, since it is visible, and dangerous at close range, it is possible to be exposed to radiation without ever knowing it, and exposures can occur distant from the source.

The wide range of radioactive isotopes metabolize differently in the body. Therefore each can affect different organs in different ways. The lack of a narrow trademark set of diseases or symptoms and the fact that it is not palpable to the senses makes radiation more dangerous, but also more difficult for proof of responsibility for the injuries it causes.

The response of the law to the unusual dangerous properties of radiation has been to ignore it, as if it did not matter. The law has accordingly made no substantial accommodations to the need for special proofs for radiation injury. Epidemiological studies, expensive and lengthy to carry out, conducted long after the event, are commonly required to prove the health effects of exposures to radiation. Proof of dose will ordinarily require reconstruction from the monitoring records of the industry that may be neither readily available nor well-maintained. As in the Harding case proof of exposure might often be obtained only by a post-mortem assay.

The response of nuclear enterprise has been to control the production of scientific knowledge concerning the health effects of radiation. Now *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals, Inc.*, has given judges the means to enforce scientific orthodoxy by excluding testimony from witnesses whose findings diverge from orthodoxy.

In the Three Mile Island liability litigation, the same Judge Rambo who constrained the previous study so as to find no causal relationship, unsurprisingly exercised her power under Daubert to hold the reanalysis by Wing of the data contained in that study, discussed above, to be too "marginally scientifically reliable" for use in a subsequent liability suit (supra, 3). By thus excluding the principal evidence of injury the judge destroyed the plaintiffs' ability to prove causation.

The distortion of science to serve the nuclear industry is more systematic than one

judge's personal influence on the outcome of the Three Mile Island liability litigation through her control of both funding the epidemiological study from settlement funds, and subsequent determination under Daubert of admissible scientific views. Since the nuclear enterprise has controlled both the data and the public funds for scientific research in this area, it also has systematically controlled the research agenda and its conclusions. Steven Wing's analyses have eluded this system, thereby requiring special controls by a federal judiciary generally sympathetic to the nuclear enterprise.

In the Joe Harding case testimony was provided by some of the US Department of Energy's leading actors in the political enterprise of minimizing the hazards of nuclear energy[28]. The following draws on their testimony to discuss tactics related to issues of epidemiology and dose standards.

1. Epidemiology

The largest United States population known to have been exposed to chronic doses of low level radiation is the cohort of about 700,000 workers in DOE facilities, of which Joe Harding was one. Until recently the DOE denied any outsiders access to the data necessary to undertake epidemiological studies of any of these workers.

Dr Clarence Lushbaugh's career in epidemiology began and ended in the midst of controversy over the DOE's potential conflict of interest in maintaining exclusive control over its worker data. This controversy well illustrates how DOE's control of the DOE worker data has adversely influenced scientific knowledge about effects of low level radiation.

Dr Lushbaugh began his work in epidemiology at the center of the controversy surrounding the transfer to him, from Dr Mancuso, of the very first large scale DOE worker study[29]. As Dr Lushbaugh put it, this study was transferred to him because the DOE was "unhappy with the progress that Dr Mancuso was making." This independent University of Pittsburgh scientist's contract was terminated even though, according to DOE's witness, "Mancuso ... had done a very good job in identifying these [DOE] records and kinds of records and collecting the records" relevant to the study.

DOE's problem with Dr Mancuso's progress was, apparently, that he unexpectedly did too good a job in identifying and collecting these records, and was progressing toward providing evidence of excess cancer at DOE's Hanford plant. The controversy stimulated as a result of the replacement of Dr Mancuso by Dr Lushbaugh, a career DOE scientist – just at the point where Dr Mancuso's study had begun to show positive results – led to congressional hearings and an investigatory report, *Review of the Department of Energy's Controversial Termination of a Research Contract*, GAO, 1979. That the DOE's concern was more with the direction than the pace of "the progress that Dr Mancuso was making" is indicated by the fact that shortly after being "deposed" from his DOE contract, Dr Mancuso did go on to publish his results. He found there were radiation-related cancers among DOE's Hanford nuclear facility workers at Richland, Washington.

Dr Mancuso's DOE contract had been renewed annually during a ten year period so long as Dr Mancuso's "study found no indications of any adverse effect from radiation exposure", GAO, 1979 at 2, 10. But he was notified of its termination in the eleventh year, 1976, when Dr Mancuso presented preliminary findings "that occupational radiation exposures at [Hanford] were associated with an increase in cancer", id. at 3, which findings were in agreement with a State of Washington study which the DOE apparently sought to refute. Id. at 10, 12.

The GAO noted the lack of epidemiological qualifications of Dr Lushbaugh's Oak Ridge Associated Universities (ORAU) department to which the terminated Mancuso

study was transferred in 1977, and that it still had on staff no qualified principal epidemiological investigator to work on the study as late as the time of the GAO report. GAO, 1979 at 15-16. Dr Lushbaugh himself had no formal credentials or experience in the field of epidemiology prior to his taking over the Mancuso study of DOE workers, nor had he been involved with the study of low level radiation effects. Dr Lushbaugh entered these two new fields at the suggestion of the DOE just when his first career in human experimentation with chemical weapons and high levels of radiation had become mired in controversy, leading to congressional investigations, and when the experimental radiation "hospital" he had maintained at ORAU for administering experimental doses of radiation to sick people was being closed down.

The GAO Report also noted the apparent conflict of interest in DOE's selection of epidemiological investigators who have "historical ties to the Federal nuclear development agencies". "All" of Dr Lushbaugh's Center for Epidemiological Research, work was funded by the DOE. But the GAO did not mention the even greater conflict when the investigator has been involved in highly controversial and probably unethical conduct, such as human experimentation, and may be beholden to the government for protection against the consequences of disclosure. Dr Lushbaugh said that in the *Sexton* case, a lawsuit involving an experimental irradiation of a patient by Dr Lushbaugh, "the other shoe didn't drop"[30]. *Sexton* was another radiation case dismissed on grounds of an unrealistic statute of limitations.

Dr Lushbaugh frankly describes "one of the ways you get the message" as to whether DOE is satisfied that a contractor is, unlike Dr Mancuso, giving the results expected by DOE. According to Dr Lushbaugh that message is conveyed by, "whether they continue the project. ... You know, you don't have a contract, although I've worked in a system since 1949, why, my annual hopes are only annual hopes, that 40 years of successful annual hopes became a career. But everybody, of course, wants a contract, but we've never had one."

Dr Mancuso alleged that "the reasons for [his] termination were that the [DOE] knew that his study would eventually find a correlation between cancer and radiation, and that he had refused to cooperate in discrediting a Washington State researcher's finding of such a correlation" with regard to DOE's Hanford workers. GAO, 1979, at 22. Dr Lushbaugh, as he put it, did "get the message". In his 40 year career of annual contracts, including his 12 year post-retirement-age career in epidemiology that commenced with the Mancuso affair, he never experienced such a problem with DOE.

Dr Mancuso lost his study to Dr Lushbaugh for "lack of progress". But the major studies that Dr Lushbaugh started did not seem to reach the point of giving results, without any such adverse consequences. Dr Lushbaugh testified that resolving the debates among scientists over the effects of low level radiation "is very difficult to do", but that he has never happened to have taken a position on the side of the issue that epidemiological data might show there were greater health effects from radiation than suggested by another investigator. Dr Lushbaugh put in a couple of months work on the Joe Harding case, nominally involving a private corporation, from his salaried position with DOE. He has never worked for anyone but the DOE since leaving school.

Dr Lushbaugh remained in charge of ORAU epidemiology programs for DOE down to 1989, when all studies of DOE workers using DOE data had been done by DOE contractors. It is difficult to improve upon the following summary of the foregoing controversy:

> "The 15-year history of [The Hanford] investigation demonstrates the workings of a number of powerful political factors. The purpose of the study was primarily political and economic. It

was thought that the study could not possibly uncover adverse health effects, if such effects should in fact exist. The expectation was instead that the study would furnish proof to employees that their exposure levels were not harmful to their health. When it turned out that the Mancuso study was in danger of showing an increase in cancers among Hanford employees, control over the study was transferred from the independent, university-based investigator to the employer. Since then, publicly released analysis of the Hanford data reported by statisticians in the employ of management has been so construed that no health effects appear among Hanford workers as a function of low-dose radiation, even though others have shown that cancer rates have indeed increased among Hanford employees."[31]

This political controversy surrounding the Mancuso affair led indirectly to the study that epidemiologist Dr Richard Clapp, a witness for Joe Harding, characterized as "the definitive occupational radiation study that I would rely on in understanding the relationship [of radiation and cancer], especially at low dose". Dr Lushbaugh testified that he forged a collaboration between ORAU and the University of North Carolina Department of Epidemiology in 1978 for purposes of enhanced "credibility", because "people in general believe that ... you can't take the United States Government money and do research without coming up with a biased answer. So, in order to get around this, we recruited persons into the study that ... were actually, in a sense, independent persons."

Researchers from the University of North Carolina Department of Epidemiology furnished the four lead authors of the study by Wing, et al., "Mortality Among Workers at Oak Ridge National Laboratory: Evidence of Radiation Effects in Follow-up Through 1984", *265 J. of Am. Med. Ass.* 1397-1402 (March 20, 1991). These university researchers brought in only under the political pressure generated by the Mancuso affair produced the first published DOE study that has ever calculated the "dose response" for workers' exposure to low level radiation, i.e. the increased risk of cancer for each rem of exposure.

This breakthrough study provides insight on how the DOE, in previous years, had precluded the emergence of any legally useful studies of its workers, while controlling the data and most of the government's funding for epidemiology work. This was done by designing studies that, first, could not be used to prove causation, and that, second, would bury any excess cancers among DOE workers in a statistical phenomenon called the "healthy worker effect".

To address the second issue first, the "healthy worker effect", describes the phenomenon by which workers in an industry, such as DOE's nuclear facilities, or workers in the United States as a whole are observed to have significantly fewer deaths or cancers than the entire U.S. population. This occurs because good health is both a practical and an administrative condition for employment, to differing degrees in different industries in the United States.

Across the whole work force there is an average 9 % reduction in cancer deaths among workers compared to the population as a whole. In the Wing study the healthy worker effect accounted for a cancer mortality rate 15 % (85 SMR) lower than that of the U.S. population as a whole and therefore a lower "baseline" rate of cancer.

Generally, the fewer cancers that appear normally in a population, the lesser dose of radiation or other carcinogenic substance it takes to double that number, or to increase it any given percentage, and the easier it will be to detect causation. Therefore, if the "expected" number of cancers in a study of workers is adjusted downward to account for the "healthy worker effect", the amount by which the

"observed" number of fatal cancers in exposed workers statistically exceeds the number ordinarily "expected" in such workers will become even more significant than if this adjustment is not made.

The Wing study had two components. One was a "descriptive" study, a comparison of the observed with the expected cancer mortality among workers. Such a study would provide a standard mortality ratio or "SMR", which refers to the ratio of observed to expected cancers, expressed as a percentage. The normal or expected SMR is 100. An SMR over one hundred expresses the percent by which observed cancers exceed the expected number.

However, in DOE's descriptive studies the SMR's are systematically not calculated on the basis of the actual lower cancer incidence among DOE's healthy worker population, but rather in relation to the higher rates of cancer expected in the United States population as a whole. Therefore increases of cancers at the level of 10-20 % could remain disguised within the healthy worker effect.

The second component of the Wing study was the "analytic" component from which a "dose response" was determined by comparing the DOE workers who were exposed to different levels of radiation to those DOE workers who were not exposed to radiation. The "analytic" type of study compares exposed workers, not to the U.S. population at large, but to other workers. Thus circumventing the distorting influence of the even higher than usual healthy worker effect among DOE workers, Wing revealed for the first time a highly significant carcinogenic effect at very low levels of radiation.

The DOE had never before published an analytic study – only descriptive studies. But knowledge of the "dose response" of exposure to radiation or other substance is one of the important criteria that must be satisfied before epidemiological findings can be used to prove causation. By publishing no analytic studies showing the dose response, DOE had avoided having to draw any public conclusions about causation. The descriptive studies could be nicely worded to say that they did not prove radiation caused even those excess cancers that could not be buried in the healthy worker effect.

These are the mechanics by which official, or political, science controlled the means of proof of radiation injury. A government scientist like Dr Lushbaugh serves his nuclear employer twice over: first, by assuring that the available epidemiological data is not employed to complete studies that could prove radiation injury and, second, by testifying against causation in individual cases on the ground that there are no studies acceptable to DOE showing an elevated risk from low doses.

Out of the political circumstance recounted above came a study by Dr Wing which was the first officially approved authoritative study proving that low levels of radiation, as low as 20 rems cumulative occupational dose[32], will double the risk of contracting cancer in nuclear workers[33]. But Dr Wing had difficulty publishing his subsequent reanalysis of the Three Mile Island study discussed above, performed outside the purview of the DOE.

2. Standards

Steve Wing will not likely be appointed to the standard setting agencies, the International Commission on Radiation Protection (ICRP) or its U.S. arm the NCRP. These positions are reserved for scientists who do not challenge the mission of creating an illusion of safety through the trappings of science[34].

Dr Keith Eckerman who does chair a committee of the ICRP, and has never written a study proving that low level radiation caused cancers in workers, testified in the Joe Harding case about a "system" or construct of various computer "models" and mathematical formula and "standards" from which he concluded that Joe Harding could not have been injured by the uranium that passed through

his body. These constructs which Dr Eckerman employed for his testimony were revealed to be both based on slight data, and devoid of their associated range of error values.

Dr Lushbaugh like Dr Auxier took a simple position on low-level radiation. In the absence of epidemiological proof acceptable to him and DOE that low level radiation causes cancer, they would take the "chance", as Dr Auxier put it, of assuming the best, for their employer – i.e., that certain levels of radiation doses are safe. Dr Eckerman and his Committee constructed a "system" of models and formulas, which on close examination were shown to be little more than assumptions or guesses disguised as facts, based in part on epidemiological data and in part on a "chaotic" variety of other data. The assumptions were embedded in the models without any analysis of the associated range of error. Thus Dr Eckerman's models are based on convenient "synthesizing", that hides huge but uncalculated error values, which he calls "uncertainties".

Dr Eckerman defended the use of a formula he constructed (ICRP-30) for calculating the biological half life of uranium in bone on the basis of two disparate studies, one of which had been expressly criticized by BEIR, another standard setting committee, as subject to wide error. Dr Eckerman shrugged off the unstated error in his formula that gave results which were off by a factor of 10 from another more recent study. This is only one in a series of assumptions, also lacking error values, underlying his conclusions. He argues that such "variability", is consistent with the general ICRP approach of "sort of standardizing" widely varying data, and thereby simply omitting disclosure of the customary values for the error which is necessarily associated with such "standardized" numbers.

Dr Eckerman justified the lack of conformity by this official ICRP "system" of models and formulas and standards to an elementary principle of scientific method – i.e. revealing the range of error – on the basis of practical, not scientific, considerations. He alleged that it is a "system that seems to work". In what sense does it seem to work ? In his own words, this system achieved the "mission", in part, "to permit the beneficial uses to go forward". He explains, "we must set forth some type of protection system that we can wrestle with", and "provide a work place in which work could go on dealing with uranium".

Dr Eckerman's system thus masquerades value judgments about the utility of nuclear energy under a veneer of scientific reliability so workers will think they are protected. Dr Eckerman represents the committees of insiders, populated by DOE contractors wielding public funds, through which the nuclear enterprise would appear that it knew what it was doing. Occupational exposures now known to be hazardous could be endorsed as safe by "scientific experts", who were immune from challenge or scrutiny because of their control over information[35]. The uncertainties, which were thus kept out of sight behind these science wizards' curtain of secrecy, would have made the "beneficial uses" of radioactive materials appear a far more risky business, especially for workers, than is suggested by the absolute numbers and models yielded by Dr Eckerman's use of his "system". This was one element of the process by which nuclear workers were "brainwashed", as Joe Harding described it. It is not different in effect than the employer "promising us [Joe Harding and co-workers] that we would never be exposed to any more than a person who wears a luminous dial wrist watch".

An anthropological study of western Science compared to traditional science drew some conclusions about Western Science that revealed less than rational influences at work.

> "To demarcate science from the problems it confronts, from the solutions it yields, and from the technology it engenders is to remove it from its context. ... [R]outinely overlooked ... are ways in which modern science

responds to financial and intellectual reward initiatives...

Though most scientists and engineers would at least publicly deny that they are engaged in or touched by political maneuvering, their behavior is affected by those who control funding and who often determine research questions. It is foolish not to recognize that the behavior of biotechnologists and physicists is affected by funding patterns as in other fields as well. Nuclear weapons politics is linked to national and international hierarchies of power, just as biotech is to commerce. ... Such *naked* observations are rarely if ever discussed in biochemistry or physics classes."[36]

Fortunately standards such as Dr Eckerman's do not prevent a jury from determining for itself the extent of injury. *Silkwood v. Kerr-McGee Corp.*, 485 F.Supp. 566, 577-81, 586 (W.D. Okla 1979),aff'd, 464 U.S. 238 (1984) (tort recovery for low level internal radiation dose of nuclear worker "within regulation limits"). However, this does not prevent the use of these standards derived from the system of guesswork briefly described above as the basis for "scientific" testimony of injury.[37] These standards are intended to perform the role of a jury in determining the standard of negligence or of a legislature or regulator in weighing the costs and benefits of containing radiation.

A case study of five types of regulation concluded that,

"In most cases , a complete review of available scientific evidence does not provide clear, definitive answers to the questions regulators must address. Uncertainty inevitably remains, inducing regulators to resort to intuitive judgment. ...

The cases concerned with exposure to toxic substances are dominated by political judgments, and the resulting regulations are inevitably challenged by those groups not favored by the regulator's judgments."[38]

In the case of radiation standards these political judgments are made by the nuclear enterprise itself through its control of the scientists who staff the bodies that make them under the pretence of pronouncing scientific truth.

CONCLUSION

The world of nuclear energy has introduced bizarre mutations of normal arrangements in law and politics as it has in biology. Scientists are making choices that the market should be making. Lawsuits must be initiated for injuries before they occur. Special steps need be taken to redress this irrational nuclear Wonderland. With the end of the cold war it is time for the nuclear energy industry to grow up, get off welfare, and begin to pay its own way, if it can. Rather than promotion and dependence this industry must be subjected to special rules to make liabiity more predictable.

In U.S. practice, workers compensation and certain other cases apply a strict liability standard. Under this standard an industry that causes injury to its workers or others will be held liable irrespective of its subjective fault in failing to protect against injuries. If this standard does not apply it is necessary to prove that the industry was at fault, either due to negligence, failure to warn, or otherwise.

As President Kennedy said, "this is not a natural health hazard". Anyone who picks up this particular stick of fire is forewarned that it is the most dangerous that humanity has handled. There is no good reason that all handlers of radioactive materials should not be held strictly liable for its consequences, with heightened liability added for any provable negligence or recklessness.

As President Kennedy also recognized, in mentioning its effects on "children and grand-

children", atomic radiation released into the environment today is expected to cause injuries well off into the distant future. There is also no good justification for having any statute of limitations or statute of repose on radiation claims. Every handler of nuclear materials is fully aware of the time span over which injuries may occur. Nuclear enterprise should have mandatory insurance, like automobile drivers, which should be sufficient to cover all claims whenever they may arise far into the distant future.

Scientists should not be paid by taxpayers to oppose the proof of claims as happened for example in the Joe Harding case, and systematically in epidemiological work and the standard setting committees. These scientists should be set entirely free from the influence of nuclear enterprise, and given the new mission to work on studies and provide testimony that will help plaintiffs prove causation of radiation injuries. In this way government will pay to increase our knowledge, rather than to diminish it.

The government should add a "Radicare" medical insurance program for the victims of its own bomb testing and other nuclear activities. Why should the victims have to monitor and pay medical expenses for injuries caused by government ?

Without such reforms and more, the nuclear enterprise will continue to impose a burden on the economy.

NOTES

1. For a sampling of literature on this subject see, MANCUR OLSON, *Logic of Collective Action*, Cambridge, Mass., 1971; RUSSELL MOKHIBER, *Corporate Crime and Violence*, Sierra Club Books, 1987; CAMERON et al., *Nuclear Energy Law After Chernobyl*, London, 1988, 146 et seq.
2. This paper does not distinguish the victims of nuclear power from the victims of nuclear weapons. Nuclear weapons harness the energy of the atom for destruction rather than to generate electricity, employing common features of the fuel cycle and scientific infrastructure. Therefore in this article nuclear energy refers to both weapons and power aspects of the nuclear enterprise. That a good part of the nuclear energy enterprise was undertaken by or for government, and notionally outside the marketplace, does not substantially alter the applicability of the market analysis of this section to weapons making as well as power. Weapons making is no less a business than nuclear power generation. The economic pressure and adverse public revelations from liability actions can create political calculations for politicians analogous to the economic analyses made by investors. Though we may never know the effect that knowledge of and payment for the domestic destruction caused by nuclear weapons would have had on public support for the irrational buildup of nuclear armaments in the United States, the efforts toward covering up and denying information and compensation suggest that the government itself thought the effect might be substantial.
3. 1000 Chernobyl related deaths estimated for the European Community alone. NRPB, *A Preliminary Assessment of the Chernobyl Reactor Accident on the Population of the European Community*, UK, 1987. Three Mile Island accident released "doses were positively associated with cancer incidence". WING, et al., "A Reevaluation of Cancer Incidence Near the Three Mile Island Nuclear Plant : A Collision of Evidence and Assumptions", 105 *Environmental Health Perspectives*, No. 1, 52 (1997), at 56. See generally, Day, *The Greenpeace Book of the Nuclear Age*, Pantheon, London, 1989.
4. See *Bernstein, Monks et al. v. Oklahoma*, 5 Media L. Rep. 2313, (1980) aff'd sub nom. *Stahl v. State* 665, p. 2d 839 (Okl. Cr. 1983) cert. denied 464 U.S. 1069 (1984) for a judicially determined list of subsidies to one planned nuclear power plant. The court concluded that the nominally private owners of the plant must be deemed to be part of the State for purposes of applying constitutional limitations on State powers.

4a. E.g. BUTLER, "A Voice of Reason", *Bulletin of Atomic Scientists*, Vol. 54, No. 3, pp. 1-5 (1998).

5. E. g. WASSERMAN et al., *Killing Our Own*, 1982.
6. Advisory Committee on Human Radiation Experiments, *Executive Summary and Guide to Final Report*, GPO, Washington DC, 1995. http://www.seas.gwv.edu./nsarchive/radiation/

6a. See RUSH and GEIGER, "NCI Study", *Physicians for Social Responsibility, Health Research Bull.*, Vol. 4, No. 3, pp. 1-5 (Washington, D.C., 1998).

7. *Joe Harding v. Union Carbide*, 1996, settled while pending appeal to Supreme Court of Kentucky, No. 97-SC-000549.

8. In fact, Mr Harding had filed a case within the statute of limitations period for various conditions (not his fatal cancer) which he suspected were related to his employment. Since he could not acquire evidence by the time of trial to support his belief, this earlier claim was dismissed without prejudice. The initial discretionary reopening of this claim in his widow's subsequent case was reversed on appeal after trial, on the grounds that there was no basis for altering the decision to dismiss that case. Such harsh judicial rulings to avoid reaching the merits of radiation claims is not uncommon.

9. This statement is made as a practical matter, since there are few ways of proving radiation injury. See Section 3 below. But it has recently become a legal requirement, as a condition for allowing into evidence the testimony of an expert witness, *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals, Inc.*, 509 U.S. 579 (1993).

10. For example, in the Kentucky case, the court misinterpreted the purpose and expanded the scope of a provision that governed a claim for death from injuries that occurred before expiration of the three year statutory period for filing a claim for those injuries, and says nothing about deaths that occur many years after the first indication of injury, as may commonly happen with radiation exposure.

11. *Sholly v. NRC*, 651 F.2d 780 (D.C. Cir. 1982) *vac'd as moot and remanded*, 459 U.S. 1194 (1983), and 463 U.S. 1224.

12. See *People of Three Mile Island v. Nuclear Regulatory Commissioners*, 747 F.2d 139 (3d Cir. 1984) at note 10.

13. Atomic Energy Damages Act of 1957, 42 U.S.C. 2011 et seq., as amended.

14. Frazer, "The Floodgate Case" (CNN-Special Reports documentary: 1994).

15. *Silkwood v. Kerr-McGee Corp.*, 637 F.2d 743 (10th Cir. 1980), cert denied, 454 U.S. 833 (1981). *Tang v. Southern California Edison*, Cir. No. 93-1308 GT (S. P. Cal. 1994) was settled before judgment.

16. *Babcock & Wilcox v. Parks Township* (W.D. Pa.) aff'd 866 F.2d 1408 (3d Cir.1988), cert. denied 493 U.S. 873 (1989).

17. See generally, "The Collusive Class Action Settlement", in *Making a Case for Justice: A Battle Plan for Toxic Tort Litigants and their Attorneys* (forthcoming, EHN, Chesapeake, Va.: 1999).

18. *In re Three Mile Island Litigation*, No. 79-0763 (M.D. Pa. 1986).

19. *Ivy v. Diamond Shamrock Chemical Co.* et al., 781 F.Supp. 902 (E.D.N.Y. 1992), aff'd, 996 F.2d 1425 (2d Cir. 1993), cert. denied, 510 U.S. 1140 (1994) (challenge to collusive settlement spurned by Court over opposition of 50 state attorneys general); cf. *Hercules v. United States*, 116 S. Ct. 981 (1996) (failed effort by manufacturers to obtain government reimbursement of collusive payments).

20. *Amchem Products Inc. v. Winsor*, 117 S. Ct. 2231 (1997).

21. WING, et al., "A Reevaluation of Cancer Incidence Near the Three Mile Island Nuclear Plant: A Collision of Evidence and Assumptions", note 3 supra.

22. The motion and denial by Judge Rambo in an unreported decision are in the author's files.

23. John F. Kennedy, "Radio and Television Address to the American People on the Nuclear Test Ban Treaty", July 26, 1963, *Public Papers of the Presidents*, No. 316, at 601, 603-04 (emphasis added).

24. Cf. the rare diplomatic Settlement of Japanese Claims for Personal and Property Damage Resulting from the Nuclear Tests in the Marshall Islands (1955), 6 UST 1 ($2 million).

25. See *Bhopal Disaster Case*, 634 F.Supp 842 (S.D.N.Y.1986), aff'd, 809 F.2d 195 (2d Cir.1986), cert. denied, 484 U.S. 871 (1987) (briefs *on forum non conveniens* issue of the National Council of Churches, et. al.). While not all foreign claimants are excluded from U.S. courts this doctrine gives judges the power to pick and choose who may be admitted. See generally "*Bhopal: Courting Disaster*", Cov. Action Q., 53:38 (1995); "*Bhopal: Taking Carbide to Court*", Business India, March 25, 1985.

26. See the excellent discussion of this subject in P. BIRNIE & A. BOYLE, *International Law and the Environment*, Oxford, 1994, Ch. 9, concluding: "At present neither the law of state

responsibility, nor the complementary system of conventions harmonizing principles of civil liability, provides a satisfactory basis for allocating the costs of transboundary nuclear damage." I. 385-86.

27. See e. g. WING 1997, supra, note 3.
28. Drs Lushbaugh, Auxier, Eckerman and Mettler who all testified in the Joe Harding case for the employer, DOE contractor Union Carbide, have extensive financial and employment relationships with the US Department of Energy (hereafter "DOE"). Lushbaugh and Eckerman testified at the expense of the taxpayers while employed under a DOE contract. They variously serve on standard setting and other committees, and testify for DOE and nuclear industry interests. Testimony given by such scientists in legal proceedings where they are subject to questioning under oath is a useful but little used source of research on the scientific debate over the effects of low level radiation. The following discussion of their positions and all quoted material not otherwise referenced is based both on their testimony and, where indicated, the testimony of others.
29. See Government Accounting Office (GAO), *Review of the Department of Energy's Controversial Termination of a Research Contract* (EMD-79-21), January 2, 1979 (hereafter "GAO, 1979').
30. DOE's principal medical witness in the Joe Harding case, radiologist Dr Fred Mettler was a result-oriented witness who repeatedly fashioned and altered his testimony to what he deemed helpful for defendant. Like Dr Lushbaugh he was involved with DOE funded human experiments, in which he administered medical doses of new forms of radionuclides from a DOE "Pi Meson" accelerator, which turned out to be medically "semi-useful". The DOE had some "unwanted by-products ... that they were hoping to find some use for". So Dr Mettler obtained nearly $1 million from the DOE and another government source to experiment with finding a possible medical use for these "exotic" radionuclides "not available under any other circumstances in the world". The purpose was to "look [] at them one by one and see what might be useful in medical practice." "[U]nfortunately [it] didn't work as well as we'd hoped." After 6 1/2 years he decided "it would not have enough value to continue pursuing, so we stopped the project" in 1987. However, as a result of his million dollar contract, which was far more than all his other contracts, grants and awards combined, he was named one of the top ten money generators at his university, which got 40-45 % of the funds he received. Dr Mettler became a tenured professor shortly after he got the lucrative DOE contract. Before the contract was completed, despite its lack of medical value, he was appointed in quick succession Vice Chairman, Acting Chairman, and Chairman of his radiology department.
31. T. D. STERLING, "The Health Effects of Low-Dose Radiation on Atomic Workers : A Case Study of Employer Directed Research", 10 *Int'l J. of Health Services* 1 : 37, at 39 (1980).
32. His co-author Donna Cragle testified that the data supports a 10 rem doubling dose, after 20 years of latency.
33. WING, et al., "Mortality Among Workers at Oak Ridge National Laboratory: Evidence of Radiation Effects in Follow-up Through 1984", *265 J. of Am. Med. Ass.* 1397-1402 (March 20, 1991), concluding that by 1984, for all white male DOE workers employed at Union Carbide's Oak Ridge National Laboratory operation before 1972, there was a statistically significant association between cancer mortality and work-related low level radiation doses received more than one or two decades previously. "With a 20-year exposure lag ... all cancer mortality increased 4.94 % per 10mSv" of cumulative external penetrating radiation. 265 *JAMA* 1400. 10mSv is a standard international unit of radiation dose equal to 1 rem.
34. Karl Z. Morgan, Ph.D. is a leading health physicist. He was one of the first five health physicists in the world and the first president of the Health Physics Society, the principal organization for the discipline. He was editor for over 20 years of its *Health Physics Journal*. In retirement, he testified on behalf of Joe Harding. He explained the position of a scientist in the radiation health field as follows :

    "I think the majority of those that you say are on the other side are there because it pleases the industry, it pleases our present government. It's very

unpopular to say that the risk of radiation is greater than we thought it was.... I think most of the health physicists don't really understand the problem. I think many of them have a conflict of interest in organizations they belong to. There's no question of that. I had one when I was an active member of ICRP and NCRP. My money all came essentially from the Atomic Energy Commission and later DOE.... but they didn't want to hear that the risks were greater than they had been publicized to be."

35. "[T]he culture of extreme secrecy over national security affairs resulted in limited outside scrutiny of DOE's contractor operations." GAO, *Department of Energy Management Problems Require A Long Term Commitment to Change*, (RCED-93-72), August 1993 at 19.
36. Laura NADER, *Naked Science: Anthropological Inquiry into Boudaries, Power and Knowledge*, Routledge, New York & London: 1996, 3, 9.
37. Dr John Auxier for example gave his opinion that "Mr. Harding's ailments were not related to radiation". As a basis for this opinion he stated: "His doses were far below standards ... the doses required to cause problems are many, many orders of magnitude higher than the most liberal estimates we put on these." (An "order of magnitude" equals a factor of 10). He did not apparently know about the Wing study which showed that doses Dr Auxier admitted Joe Harding received were associated with increased cancer.
38. R. CRANDALL and L. LAVE, eds., *The Scientific Basis of Health and Safety Regulation* , Brookings, Washington DC., 1981, 4, 16.

L'homme, la radioprotection et le droit nucléaire *de lege ferenda*

François BIANCHI et Alain PAPAUX

Conçu en guise de conclusion, cet article bénéficie, quant aux concepts de «droit de la radioprotection» ou de «droit nucléaire», des nombreuses contributions précédentes ayant trait au régime juridique de l'atome.

Nos prolégomènes portent donc sur la notion de *lex ferenda*, «droit désirable» ou «droit à venir». Elle peut se prendre en une double acception: 1) dans la continuité des lignes de force que présente la *lex lata* (droit actuellement en vigueur), étirées jusqu'à des solutions utopiques qui, néanmoins, procèdent d'une logique déjà connue; 2) en rupture avec l'esprit présidant à la *lex lata*: la *lex ferenda* s'inscrit dans un nouveau paradigme, la notion même de droit s'en trouvant modifiée, plus exactement restaurée.

Nous explorerons cette alternative en ses deux branches. En prolongeant, d'une part, le droit positif dans sa logique propre, grandeur de l'homme ayant dompté l'atome, à tout le moins apprivoisé son risque fatal: *Chapitre II. L'homme et le nucléaire.* En proposant, d'autre part, une autre conception du droit, plus particulièrement du droit de l'environnement, c'est-à-dire une autre philosophie «Car le rôle assigné au droit dépend de la vision qu'une société se crée de l'univers et de l'homme»[1]; cette nouvelle perspective révélera l'impuissance du droit face à l'électronucléaire: *Chapitre III. L'imprudence du nucléaire?* Ces deux chapitres se trouvant dans la dépendance d'une philosophie de la nature, le *Chapitre I* abordera la question de *L'homme et la nature.*

I. L'HOMME ET LA NATURE

Les rapports de l'homme et de la nature constitueront l'un des problèmes clefs du troisième millénaire. A la conception moderne de la maîtrise de l'homme *sur* un *objet* «nature» à la rassurante passivité, l'écologie principalement, mais la systémique également, opposent depuis quelques décennies déjà, non sans excès comme la *deep ecology*, la vision moins prétentieuse d'un homme *dans* la nature et nourrissant à l'égard de ce «vivant», de ce «système», quelque respect, dût-il en rester le centre comme l'indique le mot *environnement.* Cette opposition s'enracine dans deux courants philosophiques – cartésien ou aristotélicien – dont les structures internes[2] commandent deux conceptions fort différentes de l'homme et de la nature et, partant, de la science, de la société, du droit, du risque et de la prudence, toutes considérations de première importance pour une réflexion sur la radioprotection et le droit.

1. La conception d'inspiration cartésienne

1.1. Du point de vue de la philosophie théorique

1.1.1. Une «logique» de l'univocité

Il n'est guère besoin de rappeler que Descartes est reçu comme le père de l'épistémologie de la science moderne. Ne l'a-t-il pas pourvue de son Livre – sur le modèle de nos religions – œuvre de la Raison: *Le discours*

de la méthode. Il imprimera une vision résolument analytique et déductive à la pensée occidentale. Ainsi, second précepte, « de diviser chacune des difficultés que j'examinerais en autant de parcelles qu'il se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre »[3], l'auteur ne manquant pas de rappeler que « Ces longues chaînes de raisons, toutes simples et faciles, dont les géomètres ont coutume de se servir pour parvenir à leurs plus difficiles démonstrations, m'avaient donné occasion de m'imaginer que toutes les choses qui peuvent tomber sous la connaissance des hommes s'entresuivent en même façon, et que, pourvu seulement qu'on s'abstienne d'en recevoir aucune pour vraie qui ne le soit, et qu'on garde toujours l'ordre qu'il faut pour les déduire les unes des autres, il ne peut y en avoir de si éloignées auxquelles enfin on ne parvienne, ni de si cachées qu'on ne découvre. »[4]

L'orientation verticale de sa philosophie, chaîne de raisons se déduisant les unes de autres s'affirme avec constance, des idées innées (venues d'en-haut, du divin) à la métaphysique déduite à partir du *cogito* (« je pense donc je suis »), *more geometrico* explicitement revendiqué. Autant de marques d'un idéalisme, d'une métaphysique des idées, lesquelles fonctionnent comme des a priori auxquels on cherche à adapter les données phénoménales, adéquation au succès assuré par la garantie divine d'un Dieu non trompeur[5] et, plus tard, sous une forme laïcisée, par la Raison une, universelle et éternelle.

Ainsi, connaissant les idées contenues dans l'âme – l'introspection y suffira, comme en témoigne le *cogito* –, on connaît le monde. La connaissance ne s'acquiert donc pas à partir de la perception des objets dont l'intellect abstrait la forme intelligible, le concept de telle ou telle réalité du monde ; preuve en est que les sens nous trompent[6] d'où suit la condamnation inexpiable de l'*induction*. Comme dans tout idéalisme, type de pensée affirmant la précellence des idées et particulièrement de la Raison sur les sens, la réalité extérieure subit une complète déconsidération, la rendant secondaire, et même négligeable[7]. Le sujet s'impose, désormais, comme la source unique de connaissance vraie, comme le seul point de vue que doit embrasser toute démarche scientifique. Cette unicité apparaît au cœur de la reconstruction cartésienne, qu'elle entreprenne *un* discours de *LA* méthode, à savoir une méthode *une, unique* pour l'ensemble des sciences, lesquelles ne se définissent donc plus chacune par un objet propre[8], ou qu'elle arrête l'idée *claire et distincte* comme seule pertinente.

Pour la caractériser en termes de signification (de mode de signifier), la philosophie cartésienne, épistémologie de la science moderne, se construit selon une *logique de l'univocité*, corrélat sémiotique d'une démarche déductive et analytique : les notions vraies ont *une* signification et une seule, dite *identiquement* (et non pas seulement *semblablement*) de toutes les réalités se subsumant, se classant sous elles. La pensée occidentale est parfaitement rompue à la logique de l'univocité, qui appréhende le monde selon la taxinomie genres / espèces, le genre se disant univoquement de ses espèces (tel *animal* pour l'homme, le singe et la baleine par exemple, la notion d'*animal* recevant une définition identique dans chacune des ces « espèces ») ; on en verra toute l'importance en droit (1.2).

1.1.2. De l'unicité des points de vue

La notion philosophique d'*accident* met clairement en relief la différence épistémologique majeure entre cartésianisme et aristotélisme, sorte de microcosme de l'opposition des deux paradigmes ; elle est emblématique d'une logique de l'univocité, par opposition à une logique disposant d'une pluralité de points de vue sur la même réalité (paradigme aristotélicien). S'inspirant de l'idéalisme kantien, le dictionnaire *Les Notions Philosophiques* en livre la définition-description suivante (18) : « Ce terme s'oppose à essence ou substance pour désigner ce qui existe non en soi-même mais en une autre chose et révèle *les manières*

particulières d'exister de la substance (Kant, *Critique de la raison pure*, Analyt. II, 1re analogie de l'expérience).» La prégnance d'une logique de l'univocité ne souffre plus le moindre doute, la *substance* (par exemple, la loi, par opposition aux cas d'application) constituant le référent, unique, par rapport auquel les autres réalités sont qualifiées, en particulier dites *accidentelles*. A l'*unicité du point de vue*[9] de la «sub-stance» (*essence* ou *forme*), certains aristotéliciens opposent une *pluralité de points de vue*, de perspectives d'intelligibilité, déterminant chacun une aire de vérité propre[10]; pour A. de Muralt, l'originalité la plus profonde de l'aristotélisme se joue précisément à propos de la notion d'accident, laquelle ne doit pas être entendue selon une seule perspective, celle de la forme ou substance, mais *aussi* selon le point de vue de l'opération, de l'acte, perspective téléologique ou de la cause finale qu'a faite sienne la systémique: «Dans l'ordre métaphysique de la substance et de la quiddité, l'opération est l'accident de la puissance. Dans l'ordre métaphysique de l'acte et de l'exercice, l'opération est l'acte de la puissance, c'est-à-dire sa perfection d'être, sans et hors de laquelle la puissance absolument n'est pas. L'opération donc est selon le premier point de vue un être accidentel, second, «diminué»; selon le deuxième point de vue, elle est un être par soi, un principe d'être»[11].

La formulation plutôt abstraite de la distinction entre le point de vue de la substance et celui de l'opération requiert exemple. Ainsi pour un bâton, par hypothèse droit, dont l'une des extrémités est plongée dans l'eau. Le sujet le verra indubitablement brisé; sa forme visible est courbe. Le même bâton regardé hors de l'eau sera perçu droit, non brisé, par la vue. Le toucher, quant à lui, attestera dans les deux situations de la rectitude du bâton. Les connaissances acquise par le biais des sens divergent manifestement. La philosophie idéaliste conclut que les sens nous trompent: le bâton *est* toujours droit, fût-il plongé pour moitié dans l'eau. Pourtant, il est physiquement impossible à l'homme de voir ce bâton autrement que brisé, et ce en vertu même de la loi «universelle» (donc nécessaire) de la réfraction; en quoi la connaissance acquise selon le point de vue de la vision peut-elle être qualifiée d'erronée, alors même que l'*acte* de la vision ne peut pas ne pas subir l'effet de réfraction? Une seule issue se présente pour tourner cette *nécessité* de la nature humaine telle qu'elle s'exerce ici-bas: affirmer la connaissance selon la vision, et plus généralement selon les sens, *accidentelle*, contingence la rendant négligeable. L'idéalisme n'hésitera pas, embrassant la conception *monologique* et *essentialiste* propre d'une métaphysique de l'univocité, dans le refus de la multiplicité des points de vue à porter sur l'objet (ici, la vision et le toucher), ne retenant qu'une perspective d'intelligibilité, celle de la forme, de l'essence. L'aristotélisme, on le verra (§2), renonce à l'univocité, s'ouvrant à une pluralité (contenue) de points de vue, admettant sa part de vérité aux connaissances par la vision et par le toucher, fussent-elles divergentes, vérité de chacune *en son ordre propre*.

1.1.3. Du mécanicisme à la domination de la nature

Quelles sont, schématiquement, les conséquences noétiques de l'absence d'un point de vue propre, autonome de l'acte telle qu'elle se constate dans la logique de l'univocité? Le point de vue de l'acte, de l'opération regardant au but, son absence consacre la disparition de la cause finale: «le développement de la science moderne a été marqué par l'abandon de l'inspiration vitaliste et, en particulier, des causes finales aristotéliciennes.»[12]

En résulte, pour ce qui a trait à la connaissance théorique, un paradigme mécaniciste, se substituant à la vision «organiciste-finaliste» et qualitative de la philosophie aristotélicienne (voir §2). Le changement y perd quasiment toute pertinence, répondant à ce «choix philosophique: la prééminence accordée à l'être sur le devenir, à la permanence sur

le changement»[13]; ainsi devait-on négliger les frottements dans les expériences de plan incliné en ce qu'ils étaient «accidentels» par rapport au déroulement, au développement (au sens strict) de lois mécaniques «linéaires»: les frottements se situent du côté de l'existence, de l'acte, donc du changement, les lois physiques du côté de l'essence, de la «forme» donc de la permanence; I. Prigogine/I. Stengers rendent parfaitement compte du choix d'une métaphysique de l'univocité par la science dite classique: «A la généralité des lois dynamiques répond l'arbitraire des conditions initiales, et donc l'arbitraire des évolutions particulières»[14] Comment l'«arbitraire» ou le «particulier» c'est-à-dire l'accidentel pourraient-ils être scientifiques?

Cette conception mécaniciste du monde s'appuye sur le mythe de la réversibilité des comportements élémentaires, corrélat d'une nature parlant le langage des mathématiques. La science classique prend un tour exclusivement quantitativiste. Plus remarquable encore, elle abolit le temps, l'absorbe dans un éternel présent, une pure synchronie[15] à laquelle sacrifie le messianisme du Progrès: les difficultés présentes ne relèvent pas du temps *essentiel* (un temps ahistorique) mais d'un vulgaire temps *existentiel* (temps du et de détail) dont les accidents seront dissouts dans la marche inéluctable du Progrès; on comprend alors aisément que les déchets nucléaires par exemple ne constituent pas un véritable problème, relevant d'un temps «accidentel», existentiel, partant secondaire, que le mouvement du Progès abolira de lui-même: le surgénérateur Superphénix ne devait-il pas les faire *disparaître* par incinération, dans un moment authentique de Progrès[16]?

A la vérité éternelle des lois scientifiques répondait leur extension universelle, l'une et l'autre érigeant dans l'unité-unicité de perspective de la métaphysique de l'univoque le monument le plus glorieux de la science: l'*objectivité*. Philosophie du sujet en «sa» Raison, la pensée moderne conçut l'objectivité comme intersubjectivité, non au sens contemporain d'un dialogue et d'une compétition entre les théories au sein de la communauté des scientifiques, mais d'une manière absolument univoque, identique pour tout sujet, chacun disposant des mêmes vérités divines ou innées, des mêmes catégories a priori de l'entendement, les données sensibles ne pouvant que s'y conformer[17]. En d'autres termes, de ce que tout sujet appréhende le monde selon un point de vue identique (d'origine divine, innée ou transcendantale), le concept même de «point de vue» perd toute pertinence. Après avoir exténué les perspectives d'intelligibilité de tout pouvoir de distinction, il devenait aisé de prétendre à la neutralité de l'observateur ou à un «point de vue extérieur [au monde], quasi divin!»[18]

Et si la toute-puissante Raison de l'homme le rend étranger à cette nature passive, légale, d'une si prévisible régularité, n'induira-t-elle pas, selon une inclination naturelle poussant l'homme à toujours exercer tout le pouvoir dont il peut disposer, l'enivrante et aveuglante passion de la domination? «Si la science conçoit le monde comme soumis à un schéma théorique universel qui réduit ses richesses diverses aux mornes applications de lois générales, elle se donne par là même comme instrument de contrôle et de domination. L'homme étranger au monde se pose en maître de ce monde.»[19] Et les métaphores de se précipiter dans nos esprits, qui toutes attestent la vigoureuse actualité d'une conception de l'homme au-dessus du monde, hors de la nature: il s'agit partout de *maîtriser* (l'atome par exemple), de *gérer* (le risque radiologique, les ressources naturelles, les flux migratoires, le «capital humain»!), etc.

En conclusion, la science classique conçoit la nature selon une *métaphysique de l'univocité*, abondant dans le sens de la propension épistémologique naturelle à l'unicité, au *monde clos*[20], idéal dont la fascination gagna l'ensemble des sciences humaines. Cette univocité appelle, corrélativement, un point de vue absolu, quasi divin, sur le monde. Le point de vue de l'existence, de l'application de la loi

apparaît tout à fait secondaire, voire négligeable, souffrant d'une contingence, d'une singularité qui, par définition, échappe à toute mécanique, à toute réversibilité. A la disparition de la causalité finale ou téléologie correspond une volonté «in-finie», à savoir non finalisée par quelque but naturel[21] ou «bien». L'incontestable suprématie de la technique confirme la perte de la causalité finale dans la pensée contemporaine: l'office de l'ingénieur – le maître de la *techne* – se décrit en termes d'invention de moyens, de résolution de *comment*, le but, le *pourquoi*, excédant généralement son mandat[22]. Dans cette perspective, propre d'une métaphysique de l'univocité, la technique peut, en toute cohérence, s'affirmer axiologiquement neutre, les moyens n'étant pas intrinsèquement pénétrés des fins; la conception idéaliste d'une activité humaine pure de tout jugement de valeur a gagné les scientifiques eux-mêmes, assujettis souvent – et malgré eux – à la technoscience donc à des industriels pas toujours bienveillants. Comme le relève fort à propos I. Rens dans l'*Introduction*, nous retrouvons «un postulat contestable... une croyance archaïque» préservant la virginité de la conscience, par exemple dans la fabrication des armes les plus terribles, grâce à un strict cloisonnement, à la «compartmentalization» des activités de chacun. Qui dit but dit valeurs; que l'on puisse agir sans dessein aucun, sans finalité, ne peut s'entendre qu'au sein d'un paradigme mécaniciste, qu'au sujet d'«animaux-machines» auxquels aucun scientifique n'accepterait, à très juste titre, d'être réduit.

1.2. Du point de vue de la philosophie pratique

1.2.1. Univocité et raisonnement juridique

Les juristes, dans l'orbe du positivisme (légaliste), adoptèrent à leur tour une métaphysique de l'univocité, prêtant au raisonnement juridique une logique discrète, binaire comme en témoigne la désignation de la qualification, opération centrale du droit, comme *subsomption*. Rappelons la définition qu'en donne F. Rigaux: «On appelle *qualification* l'opération établissant une relation d'identité entre l'hypothèse posée par la norme et une situation individuelle. Cette opération consiste à «subsumer» les faits sous la règle, c'est-à-dire à rechercher le concept qualificateur à l'égard duquel s'établit le rapport d'identité: tel fait est-il un vol, une escroquerie, un détournement frauduleux ou une indélicatesse non punissable ? [...] Ce qu'on appelle parfois la dialectique fait-droit, va plus souvent du droit à ce qu'on appelle le fait qu'il ne remonte du fait au droit.»[23] La subsomption ou classement mécanique, automatique des faits sous une catégorie légale donnée, rend fort bien compte de la logique de l'univocité: de son point de vue, seul est pertinent le général (catégorie légale ou concept qualificateur) en ce qu'il contient en quelque manière tous les singuliers[24]. Ceux-ci, s'ils conservent, en effet, quelque crédit, n'en sont pas moins dépossédés de leur génie propre, de ce qui en fait la particularité: chaque cas de vol, d'escroquerie, de détournement frauduleux ou d'indélicatesse non punissable, pour reprendre les exemples de F. Rigaux, emprunte au *général* (de la catégorie légale abstraite), sous le mode de l'*accident*, son entité, sa «qualité» d'être: les cas ne reçoivent d'être juridique qu'en tant qu'ils sont classés, rangés *sous* la catégorie; ils ne peuvent donc la modifier ou l'«in-former», en influencer la définition: la catégorie – ou la loi – toujours leur préexiste, circonscrivant un ensemble de propriétés qui leur permet d'«être» sous la raison de *cas* de la catégorie, dépendance existentielle les réduisant à l'état d'*accident* (au sens philosophique du terme) de la catégorie légale. La primauté absolue de la loi résulte de l'imposition au droit du modèle de la logique de l'univocité dans le cadre du positivisme légaliste.

1.2.2. Univocité et positivisme légaliste

Le positivisme légaliste peut être caractérisé par sa désignation de la seule Raison ou de la seule volonté des autorités législatives comme

source unique du droit. En d'autres termes, il opère une réduction du droit à la seule loi, le droit se définissant alors un ensemble de règles de conduite édictées par l'autorité publique et munies de sanctions coercitives. Malgré l'étymologie (*jus:* droit), il n'est plus question dans cette définition de «juste», de juste mesure dans un cas concret, d'arbitrage entre deux prétentions concurrentes. L'idée de commandement, d'imposition d'un ordre, l'emporte, conception presqu'exclusivement verticale, de haut en bas, hypertrophiant la notion de pouvoir-*potestas*. Ses origines théologiques, la parole divine du Décalogue, garantissent sa structure univoque, monologique, à cette vision du droit. Dans sa forme laïcisée, la primauté de la loi sur ses applications, ou la réduction du droit à la loi, provient de la précellence du titre sur la mesure. La mesure, en effet, ressortit aux cas, aux applications de la loi, lesquels sont, par nature, contingents, accidentels et donc négligeables dans une logique de l'univocité. En revanche, le titre conféré par la loi est, formellement, univoque, la loi s'imposant à tous, de manière *déductive* (selon un syllogisme loi – cas – décision/sanction). On retrouve une pensée de type apriorique, le titre étant posé, *positum* (droit positif) sans que soit garanti pour autant la commensurabilité des droits découlant du titre avec les réalités concrètes de la société dans laquelle l'application de ces droits est revendiquée[25].

Si l'on considère le droit exclusivement sous l'angle de la loi, le droit-titre, c'est le *point de vue de la loi*, de la forme; les cas ne sont que des accidents. Le droit-mesure, c'est le *point de vue de l'application de la loi*, de son exercice, du droit en acte ou droit vivant; les cas y sont des «perfections»: ils *accomplissent* la loi[26], ils la «par-font» c'est-à-dire la font être de part en part, la font exister ici et maintenant, lui permettant d'instaurer l'ordre concret qu'elle a charge d'ériger. Ne serait-il pas pour le moins ridicule de prétendre que la loi ne vise pas intrinsèquement à s'*appliquer* dans les cas concrets de son ressort? Ne faut-il pas alors s'assurer de sa commensurabilité aux éthos, aux mœurs tels que pratiqués dans telle société donnée? Une philosophie de l'a priori ne permet pourtant pas d'y répondre; il faut changer de paradigme (voir §2).

1.3. Conclusion: de la vision monologique à la vision analogique

A la conception mécaniciste de la nature, aussi parfaitement réductrice qu'elle est monologique, au vibrant appel de William Blake «... May God us Keep From Single Vision and Newton's Sleep!»[27] répond une appréhension plus «organiciste», systémique et téléologique de la nature, restaurant l'irréversibilité des phénomènes, leur histoire et leur historicité, de la thermodynamique aux sciences de la complexité. Le processus, mieux le changement dans le maintien d'une identité, caractérise exemplairement l'orientation de l'épistémologie contemporaine et les linéaments d'un renouvellement des rapports homme – nature. Comment, toutefois, tenir changement *et* identité simultanément, existe-t-il une philosophie rendant raison de cette formule si féconde de la systémique: «*devenir en fonctionnant et fonctionner en devenant*, en *maintenant son identité*»[28]? Le parallélisme entre cette formule de la modélisation systémique et la description aristotélicienne des réalités changeantes dans les trois concepts clefs, intrinsèquement liés, de *quiddité* (essence, forme), *acte* (exercice, fonction) et *nature* est édifiant.

Nous retiendrons l'aristotélisme en ce qu'il assume une pluralité de points de vue portés sur une même réalité; et en effet, l'identité que mentionne la formule ne peut pas être une identité univoque, immuable mais une identité analogique, c'est-à-dire tissée de «même» et d'«autre», analogie non rhétorique mais cognitive, faisant du point de vue de l'acte, de l'opération une perspective autonome par rapport au point de vue de la forme, de l'essence, originalité la plus authentique d'une conception d'inspiration aristotélicienne.

La perception du droit se modifiera profondément (§2); l'évaluation de l'électronucléaire, particulièrement de la catastrophe nucléaire, s'en trouvera profondément renouvelée en gagnant une dimension qualitative, à laquelle donne accès le principe de précaution (voir chapitre 3).

2. La conception d'inspiration aristotélicienne

2.1. Du point de vue de la philosophie théorique

2.1.1. Une «logique» de l'analogie

L'intelligence du paradigme analytique-mécanique-univoque se résume dans la formule «le tout est égal à la somme des parties»; celle du paradigme d'inspiration aristotélicienne, inductif-téléologique-analogique[29], dans la formule «le tout est plus que la somme des parties»[30].

Ce dernier rompt avec la pensée linéaire propre au cartésianisme. A l'unicité de la chaîne causale se substitue une pluralité de causalités (dont les quatre causes matérielle, formelle, efficiente, finale), donc de points de vue pour une même réalité, auxquelles s'ajoutent, par exemples, les perspectives d'intelligibilité selon la forme (essence) et selon l'acte (l'opération) déjà rencontrées. Pour ouverte que soit cette multiplicité, elle n'en est pas pour autant indéfinie, sans ordre, à l'enseigne de l'équivocité ou «an-archie», absence de principe (*arche*) interdisant tout discours rigoureux. Elle est, au contraire, contenue par et dans la structure même de l'analogie, composée non seulement de «même» et d'«autre», de ressemblances *et* de dissemblances, mais encore de deux modes: l'analogie de proportion ou unité logique de ce qui est dit selon la proportionnalité et l'analogie d'attribution ou unité logique de ce qui est dit selon l'ordre à un premier[31].

La multiplicité des points de vue n'atteint donc pas au relativisme, mais elle est une pluralité ordonnée. Ne pouvant expliciter plus avant la structure de l'analogie, spécialement l'*ordre* qu'elle traduit, nous nous contenterons de produire une preuve de cet ordre: l'analogie comme instrument cognitif[32].

U. Eco souligne la fécondité épistémologique de l'analogie, en ce qu'elle n'habille pas simplement une connaissance déjà acquise, mais en établit de nouvelles[33], selon «la plus géniale et la plus vigoureuse des prises de position d'Aristote: la métaphore [au sens d'analogie] n'est pas seulement un instrument de plaisir mais aussi et surtout un instrument de connaissance»[34]. Elle ouvre la conquête de l'inconnu par comparaison avec un premier rapport connu[35], comme dans ces exemples de catachrèses «pied de la table» ou «bras de lecture de l'électrophone»; l'analogie concernant le pied joue «sur des propriétés *fonctionnelles* (soutien) au détriment des ressemblances *morphologiques*» alors que dans «bras de lecture de l'électrophone», l'analogie concernant le bras «laisse tomber les pertinences fonctionnelles et insiste sur les pertinences morphologiques.»[36] L'analogie donne donc lieu à condensation[37], accentuation ou effacement de tels traits sémantiques, acquisition ou perte de propriétés (sèmes) modifiant les habitudes cognitives.

En résumé, comme l'abduction (ou induction sous hypothèse) décrit la démarche «logique» de la science, et qu'elle équivaut au raisonnement par analogie[38], cette dernière se trouve effectivement au cœur de la connaissance.

Sa capacité à conquérir l'inconnu reçoit son relief le plus net dans les analogies de fonction – faisant alors primer les relations sur les entités – fort prisées des biologistes[39] et des juristes[40], à savoir celles se référant à une cause finale, téléologie s'inscrivant du même chef dans la perspective d'intelligibilité selon l'acte, à l'opposé de l'épistémologie cartésienne fondée sur la forme, les entités, partant statique. U. Eco va plus loin encore: la perspective d'intelligibilité selon l'acte, l'exercice, structure de pensée intrinsèquement dynamique (au sens général du mot) embrasse l'ensemble de la philosophie de l'analogie:

«Aristote fournit la confirmation la plus lumineuse de la fonction cognitive de la métaphore quand il l'associe à la *mimésis*. Paul Ricœur [*La Métaphore vive*] remarque que si la métaphore est mimésis, ce ne peut être un jeu gratuit. *La Rhétorique* [1411 b, 25 et suiv.] ne laisse aucune place au doute: les métaphores les meilleures sont celles qui représentent les choses «en acte». Donc, la connaissance métaphorique est une connaissance des dynamismes du réel. La définition semble quelque peu restrictive, mais il suffirait de la reformuler ainsi: les métaphores les meilleures sont celles qui montrent la culture en acte, les dynamismes mêmes de la sémiosis.»[41] Est-il besoin de rappeler la prégnance et la fécondité de la perspective de l'exercice, de l'opération, donc de la fin, tant en systémique qu'en écologie, là où la nature est appréhendée comme agissante, vivante et non passive?

Pluralité de causes, multiplicité de points de vue, dont l'un consacré en propre au changement, à l'évolution, à ce qui agit en tant qu'il agit, autant de raisons de conclure que la conception du monde d'inspiration aristotélicienne est une pensée de l'hétérogénéité, éloignée au possible d'un mécanicisme ou d'un nécessitarisme, rejoignant bien plutôt «La complexité logique de l'*unitas multiplex* [laquelle] nous demande de ne pas dissoudre le multiple dans l'un, ni l'un dans le multiple.»[42]

2.1.2. *Pour une pensée finie de l'hétérogénéité*

Pourquoi cette hétérogénéité, cette complexité toujours un peu confuse de la pensée aristotélicienne? De ce que l'âme et le corps sont intrinsèquement liés – selon une unité dite substantielle – s'infère l'impossibilité d'une connaissance absolue, pure de toute médiation sensible[43]. Selon une inspiration similaire, l'aristotélisme cherche au sein du changement lui-même les principes explicatifs des réalités, les causes de l'être: la vérité est immanente aux choses mêmes d'ici-bas[44], toujours mêlées de «même» et d'«autre»; il n'a de cesse d'observer le singulier (concernant Aristote, des animaux aux constitutions des cités), tout en sachant qu'il ne pourra l'atteindre conceptuellement en tant que singulier. Aubenque, citant et commentant un passage des *Réfutations sophistiques* (1, 165 a 6 ss.), montre l'admirable lucidité d'Aristote concernant la vertu du discours à atteindre les choses mêmes: «»Puisqu'il n'est pas possible d'apporter dans la discussion les choses elles-mêmes, mais qu'au lieu des choses nous devons nous servir de leurs noms comme de symboles, nous supposons que ce qui se passe dans les noms se passe aussi dans les choses [...] Or entre noms et choses il n'y a pas ressemblance complète: les noms sont en nombre limité, ainsi que la pluralité des définitions, tandis que les choses sont infinies en nombre.» On pressent ici qu'Aristote voit dans le recours à l'universel moins une conquête de la pensée conceptuelle qu'une infirmité obligée du discours. Le drame du langage humain [...] c'est que l'homme parle toujours en général alors que les choses sont singulières [...] Dans un autre domaine, celui de l'éthique et de la politique, Aristote notera l'infirmité inhérente à toute loi écrite, qui est universelle, alors que les actions humaines, qu'elle prétend régir, sont de l'ordre du particulier [*Ethique à Nicomaque*, V, 14, 1137 b 13 ss.].»[45]

Une formule, réitérée, de Thomas d'Aquin exprime tant l'actualité que l'humilité de cette pensée «tout reçu l'est selon le mode du recevant» [*omne receptum ad modum recipientis*]: la «collaboration», la «dialectique» (dialogique) du sujet et de l'objet dans la connaissance, sous la forme du dialogue expérimental, est au cœur de l'épistémologie contemporaine, au sein de laquelle s'affirme non plus une connaissance univoque-universelle mais analogique-aspectuelle. On connaît authentiquement la réalité – de là la réussite de la technique – mais que sous certains aspects, en fonction des puissances humaines, sensibles et intellectuelles, aspects prédéterminés par nos attentes, nos précompréhensions[46]. La connaissance «selon le mode du recevant» interdit

aussi bien la vérité globale, le tout-connaissable du déterminisme, que la vérité absolue, qu'on l'entende pure de toute influence de l'observateur, ou qui atteint à l'indivisible, aux atomes logiques ou physiques, ou encore qui prétend à quelque expérience originelle, à un «point-origine». La connaissance aspectuelle se veut plus humble, reconnaissant l'incertitude, la confusion (au sens de concrétion, de tension aux singuliers), la complexité de la nature.

De l'abandon des seuils par la CIPR (Commission internationale de protection radiologique) à l'adoption du principe de précaution[47] (par où les scientifiques confessent ne pouvoir maîtriser tous les aspects de l'électronucléaire), le droit nucléaire, à son tour, doit se plier au caractère aspectuel de la connaissance. La notion de prudence s'en trouvera profondément modifiée (voir III). Le concept de «maîtrise» de la nature, l'univocité d'un réel intégralement rationnel[48] sont irrémédiablement dépassés. Il faut se contenter d'une maîtrise partielle, d'autant plus limitée qu'elle présuppose les aspects inconnus (voire inconnaissables) être sans influence *ou négligeables* sur ceux connus, d'autant plus hasardeuse qu'il n'est aucun moyen pour écarter l'erreur humaine, moins encore l'«'erreur humaine' volontaire»[49]. Cela induit un changement radical de perspective quant au concept de *risque*, changement dont ne tient que peu compte le principe de précaution dans son interprétation courante (voir III): l'appréciation traditionnelle du risque par sa seule évaluation probabiliste[50] fait fi de cette incommensurabilité[51] – celle du facteur humain en particulier, à la réalité dramatiquement avérée[52] – pas plus qu'elle n'intègre l'ampleur des conséquences d'un accident, toutes deux étant hétérogènes, partant inassimilables, pour une conception univoque, mathématique et mécaniciste du monde. On retrouve une manière de dualisme refusant de lier intrinsèquement principe et application[53], position éminemment abstraite, franchement irréaliste même, de la neutralité de la science, fort heureusement condamnée par l'épistémologie contemporaine. Il faudra substituer à l'évaluation «neutre» du risque son évaluation «juste» – quitter, en conséquence la métaphysique de l'univoque –, le principe de prudence en appelant au comportement «modèle» qu'adopterait le *bonus pater familias,* le bon père de famille, soucieux de préserver sa famille, particulièrement dans une société du risque.

2.2. Du point de vue de la philosophie pratique

2.2.1. Le droit dans toutes ses applications

Dans l'orbe du droit, le sens commun du bon père de famille exigera, sans aucun doute, de tenir d'autant plus ferme, «nécessaire», le lien du principe juridique et de ses applications que la société est à risque. Des engagements formels, au contenu matériel très réduit[54] ou quasiment sans application concrète (Le sommet de la Terre de Rio[55] par exemple) ne convaincront certainement pas, moins encore en droit interne où la réalité des problèmes gagne en évidence de par leur proximité; et de fait, les ordres juridiques internes connaissent un droit de l'environnement globalement *appliqué, effectif.*

Mais considérer une loi comme indissociablement liée à ses applications, c'est affirmer l'insuffisance du positivisme légaliste en son formalisme réduisant tout le droit aux seules catégories légales, exclusivisme de la perspective d'intelligibilité selon la forme (le général) négligeant les cas concrets. Qu'est-ce qui pourrait garantir, dans la vision déductive du droit, la commensurabilité des lois posées par la seule volonté du législateur – et aprioristiquement en ce qu'elles ne seront pas respectées parce que justes, mais parce qu'exigées et assorties de sanctions selon le positivisme légaliste[56] – avec les réalités concrètes auxquelles elles *doivent* atteindre ? La logique de la vision syllogistique du droit conduit à affirmer le caractère *accidentel* de l'adéquation de la loi aux réalités concrètes, frappant ainsi de contingence le principe de sécurité juridique:

qu'une conception légaliste, formaliste (point de vue de la forme) du droit ne parvienne pas à garantir la sécurité juridique témoigne de l'insuffisance d'une appréhension du droit selon la seule perspective d'intelligibilité de la forme. La loi a bien pour but, pour cause finale son application, c'est-à-dire son respect *in concreto* (et même, si possible, sans l'intervention des tribunaux): la cause finale est évidemment, «naturellement» première. Le droit, grâce à la perspective d'intelligibilité autonome selon l'acte c'est-à-dire selon la fin, le but, ne se réduit plus à la loi (positivisme légaliste), mais comprend déjà et surtout ses applications, sans nommer le droit non «légal» de la coutume et de l'équité. On comprend ainsi pourquoi le «bon père de famille» ne saurait se contenter en matière de droit de l'environnement par exemple du seul formalisme des textes. En d'autres termes, le droit-titre, en ce qu'il n'appréhende la loi que sous l'angle du principe, négligeant son application, se révèle particulièrement insuffisant en matière de mesures de sécurité, dont il importe au premier chef qu'elles soient *réalisées*, ou en matière d'activités à risque dans des domaines d'incertitude scientifique. Pour minimiser le regret en cas d'erreur d'appréciation, l'attitude même du bon père de famille, le droit peut-il se contenter d'un seul *modèle*[57] d'accident, «accident de référence» – pour Superphénix par exemple, le scénario arrêt des pompes primaires de sodium et non-fonctionnement des barres de contrôle -, dans une logique du droit-titre, sans prendre en compte les cas déjà réalisés d'accident échappant au modèle standard ? Ne faut-il pas plutôt en prendre la mesure dans le cadre d'un droit-mesure élaboré à partir de comportements ayant existés[58], à savoir un droit inductif ?

2.2.2. *Un droit inductif*

C'est précisément la logique formaliste et pyramidale que renverse une certaine doctrine du droit administratif suisse[59] de l'environnement (notamment), précisément en ce qu'elle conçoit son objet d'une manière très concrète, «réaliste», envisageant les instruments d'*action* de l'Etat. Leur élaboration s'opère, dès lors, à partir des situations concrètes, par induction (plus précisément par abduction), renouant avec la perspective aristotélicienne d'intelligibilité selon l'acte, restaurant une conception intrinsèquement souple et dynamique du droit, la «loi»[60] participant bien davantage de la directive, de l'indication, de l'incitation que du commandement. L'inspiration aristotélicienne, fût-elle implicite, de cette vision inductive du droit ne saurait prêter au doute; Aristote n'affirme-t-il pas que «les législateurs rendent bons les citoyens en leur faisant contracter certaines habitudes»[61] ? Thomas d'Aquin, lui aussi, souligne les rapports étroits entre éthos, mœurs et droit: la loi puise sa force dans les coutumes[62].

C'est tout le thème, éminemment démocratique, de l'acceptation ou de l'acceptabilité de la loi ou du jugement[63]. Comme le montre M.-Cl. Boehler, la radioprotection de la CIPR *semble* également embrasser cette perspective, recherchant «un modèle d'anticipation sociale du risque radiologique dont la finalité est d'aider à construire son acceptabilité au niveau social, collectif et individuel.»[64] On laisse ainsi entendre que le risque radiologique est intrinsèquement acceptable, que le principe même de son acceptabilité n'a pas à être soumis au débat démocratique, le «modèle d'anticipation sociale» apparaissant comme un instrument de marketing; on y recourt, en effet, uniquement pour «aider à construire» et non à discuter, moins encore à contester, son acceptabilité aux niveaux «social, collectif et individuel», ce qui suppose que son acceptabilité est déjà acquise à d'autres niveaux, plus «essentiels», plus «justes»[65]. Que l'induction, l'élaboration du droit de bas en haut, ne soit ici qu'apparente, porte néanmoins sa part de vérité, de finitude humaine: l'incommensurabilité de l'accident nucléaire, irréductibilité du cas concret auquel le droit nucléaire répond par la fuite dans le seul droit de l'indemnisation, la responsabilité person-

nelle – si elle demeure – n'assumant qu'une fonction de désignation de l'assureur (voir chapitre II). Le droit redevient totalement abstrait, si éloigné des particuliers qu'il pourrait en nourrir quelque condescendance. Le principe de précaution redonne sans conteste quelque humanité au droit nucléaire, mais il est pourtant loin de receler toutes les vertus démocratiques qu'on lui prête, comme nous le verrons (chapitre III).

Avant d'examiner les conséquences en droit nucléaire d'une conception cartésienne et d'une conception aristotélicienne des rapports homme-nature (chapitres II et III), il convient d'expliciter plus finement les raisons philosophiques d'une plus grande adéquation du droit à l'environnement dans la pensée inductive que dans la pensée déductive.

La pensée inductive (d'inspiration aristotélicienne) la doit à la reconnaissance expresse de la finitude humaine, traduite épistémologiquement, par exemple, dans la formule « tout reçu l'est selon le mode du recevant »[66], et éthiquement par « le bien que nous cherchons présentement c'est quelque chose qui soit *à notre portée* [nous soulignons] »[67], non quelque Idée du Bien : « la prudence ne prétend pas au bien en soi, mais au bien pour l'homme, et encore, pour tel homme dans telle situation particulière et eu égard aux nécessités de ce monde. »[68] Cette humilité participe d'une conception de l'homme comme unité intrinsèque, indissociable d'âme et de corps, « composition » l'inscrivant immédiatement *dans* la nature : l'*anima*, l'âme est ce qui anime (en tous les sens du terme), rend l'homme vivant[69]. L'« unidualité » de l'homme – union de deux logiques sans que la dualité se perde c'est-à-dire l'homme « à la fois totalement biologique et totalement culturel »[70] selon une unité complexe – ne se réduit ni à un naturalisme naïf condamnant toute technique, ni à un dualisme simpliste, analytique, qui, séparant l'âme et le corps, la raison et la matière, s'autorise toutes les techniques que sa partie noble élabore. Ces deux dernières visions ne constituent que des variantes d'une même conception univoque, plate, des relations homme – nature.

Ou l'homme, être naturel, l'est au même titre que toute autre créature naturelle, puisque « naturel » s'entend univoquement, indistinction conduisant à un écologisme primaire, monologique, les rapports homme – nature se réduisant au seul point de vue de la nature, absorbant toute singularité de l'homme. Ou l'homme n'est que cette singularité, son « naturel » étant accidentel – classique thème platonicien et augustinien du corps, prison de l'âme – donc méprisable, à tout le moins, négligeable, mécanique, les relations homme – nature se réduisant au seul point de vue humain, celui de la domination.

Ni l'une ni l'autre ne rendant compte de la compréhension contemporaine des rapports homme – nature, on entendra *naturel* en un sens *analogique*. Cette notion ne se dit pas identiquement de homme, animal, végétal, minéral ou de Nature, mais se dit pourtant réellement de chacun, *selon l'analogie*, c'est-à-dire selon des différences essentielles entre eux ; s'agissant en particulier de l'homme, il ne peut pas être pensé purement et simplement au-dessus de la nature puisqu'il est naturel, et totalement (unidualité). La pensée d'inspiration aristotélicienne, disposant d'une pluralité de points de vue sur la même réalité, ici *homme*, peut l'affirmer simultanément culturel *et* naturel, s'interdisant de négliger l'un en faveur de l'autre puisqu'elle les conçoit comme indissociables. Que le droit (culturel) puisse, et même doive, assumer le naturel (biologique) répond non seulement à la philosophie et à l'épistémologie d'inspiration aristotélicienne, mais également à son éthique fondée sur la notion de prudence, avec laquelle les juristes notamment renouent, non sans garder un pied dans la pensée d'inspiration cartésienne, comme le montrera l'analyse du principe de précaution (chapitre III).

II. L'HOMME ET LE NUCLÉAIRE

Dans la situation actuelle, le risque nucléaire et sa réalisation sont admis. Un système juridique s'est peu à peu mis en place afin «d'éviter le risque radiologique *inacceptable* et de minimiser l'impact du risque *réalisé*, malgré les précautions prises[71]». Nous sommes dans une logique de gestion du risque ou du dommage, c'est à dire dans la perspective de l'homme maîtrisant la nature (pensée d'inspiration cartésienne).

Le présent chapitre a pour objectif d'évoquer les problèmes posés par les normes et les principes juridiques en vigueur et d'examiner leur pertinence, sans pourtant entrer dans les détails de la législation actuelle, notre approche étant généraliste.

Chacun admettra que le but principal de toutes normes juridiques en la matière doit être d'éviter la survenance du dommage. Il apparaît toutefois que la fonction réparatrice du droit de la responsabilité a fait l'objet de nombreux développements et nous commencerons par cet aspect du droit nucléaire (II.1. La responsabilité) avant d'examiner les normes et les limites dites «acceptables» et surtout d'examiner qui peut ou doit les faire respecter (II.2. La vigilance des particuliers). La logique imposerait l'inversion de ces deux paragraphes car la prévention précède l'accident et la réparation des dommages. Mais, comme le relève M.-Cl. Boehler[72] «la réparation doit avoir pour vertu, par son caractère dissuasif et de sanction à l'égard de l'auteur des dommages, d'inciter les entreprises à porter une attention accrue à la sécurité et à la prévention des accidents». De plus, déterminer qui est responsable, qui doit, en cas de dommages, assumer leur couverture, amène à définir qui doit être vigilant.

Nous abordons ces sujets sans distinguer de manière systématique droit public et droit privé, droit interne, droit international privé et droit international public. Les développements qui suivent relèvent indistinctement de ces catégories[73].

1. La responsabilité

1.1. La responsabilité des particuliers

Le système actuel du droit de la responsabilité repose sur un système de responsabilité objective canalisée sur *l'exploitant* à l'exclusion de tout autre intervenant. Anne Rainaud souligne les critiques les plus courantes du système: limitation des montants des indemnités, prescription, limitation géographique et quant au type de dommages visés. De manière plus générale, c'est le principe même de la responsabilité objective qui doit faire l'objet d'un nouvel examen. L'institution d'une responsabilité sans faute est certes souhaitable dans les domaines à risque et peut même être améliorée comme nous le verrons plus loin. Mais il convient d'en tracer les limites.

La responsabilité objective opère un passage de la notion de faute à celle de risque[74]. C'est l'activité dangereuse qui est visée et le but est de trouver un responsable qui sera solvable puisqu'il a l'obligation de s'assurer. L'indemnisation de la victime est au centre du système. Aux Etats-Unis, par exemple, avec l'évolution actuelle du droit de la responsabilité, le juge est de plus en plus souvent amené à désigner comme responsable, non celui qui l'est réellement, mais celui qui a les moyens de financer le dommage[75]. Cette protection de la victime est difficilement critiquable mais le système, poussé à l'extrême, n'a-t-il pas pour conséquence une déresponsabilisation de chaque acteur de l'activité à risque et une moins bonne protection des particuliers? Selon Engel, dans les Etats où la notion de faute a encore de l'importance en droit de la responsabilité, les acteurs d'une activité dangereuse sont plus performants et se révèlent plus à même d'assurer la protection de leurs concitoyens que dans les Etats connaissant un régime de responsabilité objective[76].

Cette déresponsabilisation pourrait finalement avoir pour conséquence la multiplication des activités à risque. En cas de réalisation du risque, un responsable est désigné et l'indemnisation est assurée, le système répondant

ainsi à la demande sociale. Le citoyen se sent alors rassuré et admet avec moins de réticence le développement de cette activité. Il a l'illusion que le risque est *maîtrisé*, du moins que l'incertitude est *gérée*.

Dans le domaine qui nous occupe, un système de responsabilité développé a été mis en place. De toute évidence, il ne règle pas tous les problèmes et n'a d'ailleurs pas cette prétention mais il assure, dans une certaine mesure et à court terme[77], une indemnisation des victimes. Le droit se voit alors confier la mission de combler le vide laissé par la part de risque: on pense désormais maîtriser l'incertitude, notamment grâce au développement de l'assurance[78].

Certes, la peur de la réalisation du risque a, à elle seule, un effet dissuasif. Nul n'est aveuglé par les mécanismes légaux d'indemnisation des victimes, aussi sophistiqués soient-ils[79]. Il n'en reste pas moins que la difficulté, pour chacun d'entre nous, de mesurer les conséquences dans l'espace et dans le temps de l'activité nucléaire nous entraîne dans une certaine «léthargie», dans la mesure où nous avons l'impression que les victimes (qui sont toujours les autres!), seront couvertes en cas d'accident. Le caractère abstrait de ce que Rossiaud appelle *catastrophe en devenir* [80] peut nous plonger dans l'indifférence.

Les victimes seront indemnisées, le risque est donc accepté et l'activité «se voit alors placée sous le signe de la fatalité laquelle est l'opposé de la responsabilité (c'est la faute à pas de chance!). La fatalité c'est personne, la responsabilité c'est quelqu'un»[81].

Les particuliers se sentent peu ou pas concernés. Mais en fin de compte, qu'il s'agisse de l'assurance, dont les primes sont prises en compte dans le prix de l'électricité et qui fonctionne selon le système de la mutualité, ou de fonds d'indemnisation qui seront immanquablement financés par l'Etat, donc par les contribuables, chacun d'entre nous assumera ces coûts. Et cette conséquence va s'amplifier à l'avenir car les montants des indemnités pourraient se révéler insuffisants compte tenu de l'ampleur des dommages. Si des accidents comme Tchernobyl se reproduisent, il n'est pas exclu que les assureurs refusent d'assumer ce risque. D'ailleurs, dans la plupart des législations nationales et dans le conventions internationales en matière de réparation des dommages nucléaires, l'exploitant ne répond pas de manière illimitée, sa responsabilité étant restreinte à la somme d'assurance obligatoire ou à un certain montant fixé par la loi.[82]

Nous voilà donc tous responsables, au sens où nous assumons la réparation, alors que nous ne sommes pas coupables, ce qui est parfaitement cohérent car nous sommes tous censés profiter des avantages procurés par le nucléaire. Celui qui tire profit d'une activité dangereuse doit, dans cette logique, en subir les conséquences[83]. La question est donc posée: avons-nous accepté de devenir les responsables et de participer à l'indemnisation? Si tel est le cas, à quelles conditions? Devons-nous intervenir et, si oui, comment, pour minimiser ce risque, voire le supprimer? Les particuliers sont responsables et, par conséquent, ce sont eux qui doivent être vigilants.[84]

1.2. Quel système de responsabilité pour l'avenir?

1.2.1. Réparation et «re-responsabilisation» des auteurs de l'activité à risque

Principalement pour les raisons évoquées ci-dessus le droit de la responsabilité n'a qu'un rôle préventif secondaire[85], ce qui est regrettable. Quel autre but primordial attribuer aux règles en matière de responsabilité routière si ce n'est d'éviter les accidents de la route?

Il est vrai que le risque peut se réaliser et le droit de la responsabilité vise l'indemnisation des victimes. Mais il doit également, si l'on désire qu'il retrouve ce rôle préventif, prévoir, selon certains, un renforcement de la sanction contre tous ceux qui prennent part à l'activité à risque. Engel[86] note que l'on assiste actuellement à «un double mouvement, apparemment paradoxal: il faut à la

fois faciliter l'indemnisation et renforcer la sanction». Il y aurait alors dissociation entre la *réparation*, toujours fondée sur le risque (point de vue objectif), et la responsabilité, dans son acception initiale d'*imputation*, fondée sur la faute (point de vue subjectif). La notion de responsabilité objective aggravée poussée à l'extrême nous entraînant en quelque sorte vers un «droit de l'indemnisation», un nouveau système de responsabilité doit être imaginé.

Le principe de responsabilité devrait, selon cette nouvelle tendance[87], conduire à une systémisation de la prudence, de la vigilance et de la prévention, conduisant à la pratique de la précaution. Ewald[88] évoque le drame de la transfusion où «pratiquement chacun, à sa place dans le système, a eu la conduite qu'il ne fallait pas tenir: dénégation du danger, absence de précaution, économisation ridicule du problème. Le système a tué sans qu'aucune décision n'ait jamais été prise»[89]. Celui qui n'a pas fait preuve de prudence devient alors responsable et son manque de prudence lui est imputé. Il peut s'agir de l'autorité, de l'exploitant, d'un fournisseur, d'un transporteur... La précaution devrait, selon M.-Cl. Boehler[90] «émerger véritablement comme une norme légale [...] pour juger la responsabilité de celui qui, en créant le risque, a porté préjudice à autrui par la manière dont il l'a géré».

Mais, comment déterminer qui n'a pas pris la décision qui s'imposait? Comment retrouver, dans la chaîne des décisions ou des non-décisions, ceux qui ont été vigilants et ceux qui n'ont pas pris les précautions requises? Qui définit la prudence? Voulant sortir de la notion de faute on en vient à celle de manque de prudence, d'absence de précaution. Au lieu de chercher le fautif, l'on tente de déterminer qui a manqué de vigilance. Or, la négligence fait partie de la définition de la faute. Croyant imaginer un nouveau concept, on retrouve les mêmes problèmes et les mêmes interrogations.

La canalisation de la responsabilité sur l'exploitant a voulu au moins éviter la recherche fastidieuse des responsables (d'un point de vue subjectif). Faut-il la remettre en cause afin de «re-responsabiliser» tous les acteurs de l'activité? Est-ce la voie vers un droit de la responsabilité dont le but premier serait à nouveau la prévention? Cela devrait immanquablement amener l'introduction de normes de sécurité de plus en plus draconiennes afin de répondre à *une* définition de la prudence (qu'il conviendra encore de déterminer[91]). Ces nouvelles dispositions entraîneront bien évidemment des coûts supplémentaires exorbitants et l'introduction d'une véritable prudence ne sera économiquement plus possible. Le principe de précaution, tel qu'il est aujourd'hui admis par une partie des auteurs, et qui tient compte de ces facteurs économiques, n'autorisera pas cette évolution.

1.2.2. L'amélioration du système actuel de responsabilité en matière nucléaire

Même si elle devait s'avérer efficace cette «re-responsabilisation» ne règle encore pas tous les problèmes. Quid du lien de causalité entre activité nucléaire et dommage? Comment aborder, en cas de dommages à la santé, les questions de prédisposition de la victime[92]? Quid du décalage dans l'espace et le temps entre le déploiement de l'activité nucléaire et la survenance des dommages?

Les mécanismes du droit international pourraient certes être améliorés et s'inspirer, par exemple, de la Convention de Lugano sur la responsabilité civile des dommages résultant d'activités dangereuses pour l'environnement du 21 juin 1993[93], laquelle ne s'applique pas aux dommages résultant d'une activité nucléaire, ceux-ci étant actuellement exclus par l'article 4 al. 2 lettre a).

Ce type de convention pourrait prévoir:

- la facilitation de la preuve du lien de causalité[94], voire même des renversements du fardeau de la preuve. Cette évolution existe déjà, ce qui fait dire à Widmer[95] que, «bien souvent, le juge cède à la tentation d'admettre que puisqu'il y a eu un

dommage, il devait y avoir acte illicite, donc aussi faute et forcément causalité adéquate».

- des délais de prescription plus longs ou des points de départ des délais différents[96]. La prescription ne pourrait commencer à courir tant que l'atteinte ne s'est pas révélée d'une manière ou d'une autre, par exemple par le développement d'un cancer[97] ou, en continuant le raisonnement, par une mutation génétique qui causerait un dommage transgénérationel. Cela reviendrait presque à admettre l'imprescriptibilité de ce type d'actions, ce qui paraît peu souhaitable dans une logique d'acceptation du risque.
- le développement de *class actions*, qui permettent à un groupe de personnes d'agir de concert en justice, là où une intervention isolée n'aurait pas eu de chance d'aboutir, telle qu'il a eu lieu aux Etats-Unis, est également une voie qui a été explorée[98].

Le droit international privé pourrait favoriser l'ouverture d'actions au lieu où un dommage s'est produit ou menace de se produire ou au lieu où l'activité dommageable a lieu. Cette voie mériterait d'être explorée. L'introduction d'une responsabilité de l'*Etat* est prévue à titre subsidiaire dans les conventions internationales en matière de responsabilité civile du fait des accidents nucléaires. Elle pourrait être étendue[99].

Nous ne nous attarderons pas sur ces mécanismes qui font l'objet de nombreux articles et dont le but est de faciliter l'indemnisation des victimes. Nous concevons volontiers que, dans ce domaine, les propositions d'amélioration des systèmes juridiques ne manquent pas.

1.2.3. L'impasse

En conclusion, le poids de la réparation est assumé par les particuliers qui sont donc, d'une certaine façon, responsables. Les victimes seront indemnisées, à tout le moins partiellement et à court terme, mais cela n'est toutefois pas suffisant. Le droit de la responsabilité doit retrouver un souffle qui lui permette de jouer à nouveau son rôle préventif. Or, les voies explorées mènent à une impasse, principalement en raison de l'impossibilité de définir la prudence et de trouver celui qui en a manqué. D'autant plus que, dans la logique du principe de précaution, n'est certainement pas imprudent celui qui ne prend pas une mesure qui n'eut pas été financièrement supportable. Et même si le mot responsabilité devait retrouver son sens d'imputation, il restera toujours «un excès de souffrance qui ne peut pas être imputé car il y a un point où la logique de l'imputation, en tant qu'elle relève de la logique de la rétribution, doit se taire».[100]

2. La vigilance des particuliers

Actuellement, les seuils de tolérance et les limitations de doses sont fixées par la CIPR. Ces valeurs limites influencent ensuite fortement les droits nationaux et le droit international[101]. En ce qui concerne en particulier les effets stochastiques[102] cette Commission a développé au fil des années le principe de précaution que nous avons déjà brièvement abordé en matière de droit de la responsabilité.

2.1. Normes et limites acceptables – le principe de précaution

2.1.1. La «formation» du droit nucléaire

Pour les effets déterministes, soit ceux qui se manifestent d'une façon certaine et quasi identique chez tous les individus exposés lors du dépassement d'une dose seuil, ce sont les limites établies par la CIPR qui inspirent les différents ordres juridiques. Les critères de fixation des normes sont toutefois dépendants de l'évolution de la recherche scientifique. Les chercheurs ne s'accordent pas sur les relations de causes à effets et une grande incertitude

pèse sur les effets des faibles doses et sur l'élimination des déchets radioactifs. Ce qui hier était tolérable est aujourd'hui inadmissible et nous admettons en cette fin de siècle ce qui, au troisième millénaire, sera peut-être insoutenable. A l'inverse, nous refusons aujourd'hui ce qui pourrait être prouvé inoffensif demain. Ces incertitudes de la science ont amené l'introduction du principe de précaution que l'on veut ériger en norme juridique.

Le «législateur nucléaire» se fonde ainsi sur la science (à l'incertitude seulement accidentelle[103]), sur le principe de précaution (interprété dans une pensée cartésienne[104]), qui tient compte, nous le verrons, des aspects économiques et sociaux, et sur ce que chaque Etat est politiquement en mesure d'accepter[105].

Selon A. Rainaud[106], ce droit prend en note ce qui est éthiquement «correct et nécessaire» et impose un comportement que nul Etat ne peut repousser, au moins dans le discours ! Elle relève ensuite que cette démarche est minimaliste mais néanmoins ambitieuse, ce qui est quelque peu contradictoire et démontre toute l'ambiguïté de la formation du droit nucléaire.

2.1.2. Le principe de précaution

Il a été élaboré par la CIPR, en raison notamment du fait que, pour les expositions aux faibles doses de rayonnements ionisants, la science ne peut apporter de certitude quant à la relation entre la dose et la probabilité d'effets stochastiques. Selon ce principe, intitulé ALARA (As Low As Reasonably Achievable, «aussi bas que raisonnablement possible»), toutes les expositions doivent être maintenues au niveau le plus bas que l'on pourra raisonnablement atteindre compte tenu des *facteurs économiques et sociaux*. Le principe de précaution, érigé en norme juridique et applicable en droit de la responsabilité devrait surtout, selon Boehler, «modeler a priori le processus décisionnel»[107].

Son introduction a été considérée comme une révolution, comme une possibilité «offerte à l'éthique et au droit de la radioprotection d'une symbiose susceptible d'être déterminante dans une dynamique d'acceptation du risque radiologique[108]». Or, chacun était légitimement persuadé que la communauté scientifique et le monde politique avaient une seule idée en tête lors du lancement de chaque nouvelle activité nucléaire: la prudence. On constate aujourd'hui que tel ne semblait pas être le cas puisqu'il a fallu développer un concept nouveau pour affirmer ce souci fondamental. Rappelons que les constructeurs de Superphénix n'avaient prévu aucun mode d'emploi pour le démantèlement de la centrale et que la question des déchets n'est de loin pas résolue. Le Progrès est censé résoudre ces questions.

Aujourd'hui, sous le couvert de la philosophie et de l'éthique, on tente, par l'énoncé d'un principe prétendu nouveau, de redonner confiance au citoyen. Quel que soit le fondement de cette démarche, elle ne peut en aucun cas être assimilée à «un droit nouveau dans lequel éthique et juridique se soutiennent[109]», comme si lier l'éthique et le droit était quelque chose de si novateur.

Notre propos n'est pas de remettre en question le principe de précaution mais de nous étonner qu'il soit prétexte à tant d'éloges. Cette éthique, ne l'oublions pas, est formulée par la CIPR qui s'est attachée dès l'origine à guider l'action de ses contemporains dans l'utilisation des sources de rayonnements. Un principe qui supprime le rapport de dépendance entre le droit et la science et qui émane d'une Commission principalement composée de membres de la communauté scientifique peut paraître partial. La science ne pouvant démontrer avec certitude certains effets des radiations, il devient impossible de fixer des normes limites en-dessous desquelles le risque est nul. L'idée de dissocier les normes acceptables de la science devient alors la seule manière de poursuivre l'activité nucléaire. Sans vouloir faire un procès d'intention, il est difficile de ne pas avoir l'impression que la science et le droit ne sont pas

dissociés mais momentanément traités séparément pour les besoins de la cause. Le principe de précaution, émanant de la CIPR, a un sens tellement large qu'il risque d'autoriser, sous de nobles justificatifs tirés de l'éthique, des activités dont le risque n'est pas nécessairement accepté par les particuliers.

La commission chargée de faire des propositions de limites acceptables et d'édicter des principes tel que celui de précaution doit avoir une légitimité suffisante (II.2.2. ci-après) et les particuliers doivent avoir la faculté d'agir et de faire respecter les normes et l'obligation de comportement résultant du principe de précaution (II.2.3.).

M.-Cl. Boehler affirme d'ailleurs que, du fait des incertitudes scientifiques, le principe veut que «l'action sociale prenne le relais pour une anticipation sociale du risque[110]».

2.2. La nomination de la CIPR

Actuellement, les membres de cette commission sont nommés par cooptation. Selon R. Belbéoch[111] «la participation d'experts salariés de l'industrie nucléaire et du lobby médical, utilisateurs et producteurs de rayonnement, est largement assurée dans ces organismes». Or, tous les milieux devraient être représentés et les membres nommés «démocratiquement». Nous l'avons vu, ce sont les particuliers qui assument les coûts liés à l'activité nucléaire. Ce sont eux qui sont responsables et qui peuvent être victimes. Ils sont donc légitimés à émettre des normes qu'ils jugent raisonnables et prudentes. Concrètement, une procédure stricte de nomination de la Commission[112] doit être mise en place, cas échéant par les Nations-Unies.

2.3. Le respect des normes – la vigilance des particuliers

Trois «intervenants» principaux sont susceptibles de faire respecter les normes admises et le principe de précaution:

- l'Etat, en tant que représentant des citoyens;
- les exploitants de centrales nucléaires et, de manière un peu plus large, les responsables de l'électricité.
- les particuliers, notamment par l'intermédiaire d'organisations non gouvernementales ou d'organisations internationales.

2.3.1. L'Etat

L'Etat est-il en mesure de faire respecter les normes tant en ce qui concerne les activités nucléaires sur son territoire que pour celles qui ont lieu dans les autres pays ? Actuellement, le droit, notamment le droit international, fixe les principes généraux des conditions d'exploitation. L'Etat doit disposer d'une structure adaptée et des moyens financiers lui permettant de respecter les normes. Sinon, il doit renoncer au nucléaire.

a. Sur son territoire

Il est difficile de demander à un Etat tributaire de cette source d'énergie de ne pas être juge et partie. Ses représentants doivent toutefois prendre conscience du risque encouru par les citoyens ou alors c'est à ceux-ci qu'incombe la tâche d'intervenir pour assurer le respect des normes. Des actions visant à contraindre l'administration à accomplir ses tâches doivent être prévues par les législations nationales.

b. Sur le territoire des autres Etats

Des moyens doivent aussi permettre à chaque Etat étranger d'intervenir afin de faire cesser l'activité nucléaire reconnue inacceptable. J.-M. Rainaud[113] mentionne certaines dispositions d'EURATOM visant l'accès à des installations de contrôle du taux de radioactivité afin d'en vérifier le fonctionnement et l'efficacité. La Commission peut adresser des injonctions à un Etat membre si une action urgente s'impose. J.-M. Rainaud relève toutefois la faiblesse de ces moyens car la Commission se contente en fait des informations fournies par les Etats membres et les inspections obligatoires de sécurité n'existent pas au plan international général.

Dans quelles circonstances le droit international pourrait-il alors permettre de pénétrer et d'agir dans un territoire étranger ou d'user de mesures coercitives à des fins de protection de la population de cet Etat, mais également de sa propre population, contre un risque nucléaire ? Qui autoriserait l'intervention ? Une responsabilité de l'Etat dans lequel un dommage menace de se produire est-elle envisageable ?[114]

Actuellement, il semble que la machinerie de l'ONU ne dispose pas de mécanismes permettant de réagir à la violation, par un Etat, des normes minimales de sécurité ou du principe de précaution. En matière humanitaire, il a été proposé de créer un nouvel organe ou de faire appel à la Commission des droits de l'homme pour traiter ce type de cas et recommander des mesures d'assistance adaptées à la situation et conformes à l'article 14 de la Charte. L'Académie internationale des droits de l'homme a réuni à Copenhague un symposium suite à l'accident de Tchernobyl. Une résolution réclamant la reconnaissance du droit à l'assistance pour les victimes et l'obligation pour les Etats d'y contribuer a été adoptée à cette occasion. Un premier exemple de ce qui pourrait être envisagé non seulement en cas d'accident mais également à titre préventif, sur le modèle, par exemple, du droit d'ingérence.[115] P.-M. Dupuy, analysant «les causes politiques du court-circuitage de la responsabilité internationale[116] pour dommages catastrophiques d'origine technologique et industrielle», jette un regard plus sombre et les qualifie de «pernicieuses», à l'image de ce «sentiment diffus de solidarité honteuse des Etats face à la dégradation d'un environnement humain à laquelle ils contribuent tous, générant ainsi bien souvent une sourde «internationale des pollueurs». Parce que les activités dommageables dont il s'agit sont par excellence aléatoires, les Gouvernements ne veulent pas préjuger aujourd'hui par leur comportement des griefs que, demain, on pourrait peut-être bien leur adresser.[117]»

Quelles que soient les solutions envisagées, l'application du droit international se heurte nécessairement à la souveraineté étatique. L'Etat doit admettre le caractère contraignant des normes reconnues acceptables, de même que l'application du principe de précaution s'il est érigé en norme juridique, sans quoi le droit international est inefficace. Or, des facteurs politiques, économiques, sociaux et culturels interviennent. Les notions de «risque acceptable», de «précaution», de «prudence» sont différentes en fonction des cultures. Un certain fatalisme, qu'il soit d'essence religieuse ou simplement dicté par un réel besoin en énergie, amène les dirigeants d'un Etat à accepter ce que d'autres jugent inacceptable. «Le modèle international d'acceptabilité proposé par la CIPR ne peut qu'avec quelque difficulté être universellement admis[118]». La prise en considération des coûts économiques et sociaux dans le cadre du principe d'optimisation oblige d'ailleurs la CIPR, comme le relève R. Belbéoch dans la présente publication, à «préciser quelques coûts monétaires avec pour conséquence que la vie d'un individu d'un pays pauvre vaut 33 fois moins que celle d'un pays riche»[119]. Il évoque la justification de mesures d'évacuation et d'intervention en cas d'accident mais le raisonnement de la CIPR est riche en enseignements quant à l'impossibilité, intrinsèque au principe de précaution lui-même, d'admettre une interprétation universelle.

L'Etat dans lequel un exploitant ou tout autre responsable se verrait condamné à réparer un dommage ou à prendre des mesures de prévention, n'appréciera guère que l'on se mêle d'une question aussi fondamentale que celle de l'approvisionnement en énergie du pays. L'intérêt supérieur de la nation est visé et l'on ne connaît pas encore de système qui permette de passer efficacement par dessus la souveraineté nationale. Le droit risque, une fois de plus, d'en rester au niveau des principes, sans pouvoir en garantir véritablement l'application, au détriment de tous ceux qu'il a charge de protéger.

L'une des voies intéressantes visant à assurer cette protection est celle de l'AIEA dans le domaine de l'assistance technique aux pays en voie de développement. J.-M. Rainaud[120] relève toutefois les doutes de ceux qui considèrent que les activités de l'AIEA, par leur finalité même de développement, multiplient en fait les risques nucléaires. Son activité normative ne semble guère moins ambiguë: lucide, L. Condorelli parle d'une approche «attentiste» et «minimaliste» (et «assez risible») à propos des deux conventions de l'AIEA de 1986 (concernant la notification et l'assistance en cas d'accident)[121]. Ne faudrait-il pas alors envisager une Agence Internationale *des Energies*, laquelle aurait pour mission non seulement de réduire les risques liés à l'utilisation de l'atome mais surtout de penser une approche globale de l'approvisionnement en énergie ?

2.3.2. Les exploitants

Les exploitants sont également juges et parties. Le droit de la responsabilité peut leur imposer de fortes pressions mais la désubjectivisation de la responsabilité tend à les affaiblir. La dilution dans le temps des rapports de causes à effets et, paradoxalement, la proximité du danger «apprivoisé», aura tendance à rendre l'exploitant moins conscient des risques encourus.

2.3.3. Les particuliers

a. Le respect des normes admises

Les particuliers se sentent aussi peu concernés en raison notamment de cette éloignement dans l'espace et du report dans le temps des dommages potentiels. La tendance de chacun est de défendre un territoire bien déterminé. Qui a une vision planétaire des risques ? Les Français ont installé Superphénix et peu de Suisses, à l'exception des Genevois, ont réagi. La mobilisation des habitants d'une région est impressionnante lorsqu'il est question d'y installer un dépôt de déchets nucléaires. Que le site soit créé dans une autre contrée, même proche, les inquiète dans une moindre mesure.

Les particuliers devraient néanmoins développer une certaine solidarité dans l'espace et dans le temps. S'ils prennent conscience de cette responsabilité, ils pourraient alors être les défenseurs des normes de droit et du principe de précaution. Des instruments juridiques visant à élargir leurs possibilités d'action et celles des organisations non gouvernementales, tant contre les exploitants que contre les autorités, et de manière transnationale, devraient alors se développer sous leur impulsion. Comme le dit Romy[122], cette possibilité «reviendrait à confier à l'initiative privée la défense des intérêts collectifs».

En droit national, de nombreuses propositions ont été émises dans ce sens[123]. Il est plus problématique d'envisager ce type de normes en droit international public, principalement du fait que les particuliers ne sont en principe pas sujets de droit international. Le droit international privé pourrait jouer un rôle plus effectif et pragmatique. Nombreuses sont par exemple les législations nationales prévoyant la défense des droits de la personnalité, à l'instar des articles 28 et suivants du Code civil suisse. Des actions préventives intentées sur cette base au lieu où le dommage menace de se produire pourraient avoir quelques chances de succès[124].

b. Au-delà des normes admises

De telles actions reconnues, se pose la question de l'autonomie du juge: peut-il, si les circonstances spécifiques au cas l'exigent, s'écarter des normes fixées qui ne seraient alors qu'un indice pour apprécier la responsabilité ou pour prendre une décision préventive ? Le fait qu'une centrale ou un dépôt de déchets radioactifs ait été autorisé prive-t-il les particuliers des moyens d'agir en justice[125] ?

Cette question se pose principalement au juge civil saisi d'une action préventive ou en cessation du trouble, car dans la logique actuelle de l'évolution du droit de la responsabilité objective, le magistrat saisi d'une

action en responsabilité se bornera à constater le dommage et le rapport de causalité. Si les normes ont été respectées, il constatera qu'elles étaient insuffisantes. Telle semble être en tous les cas la conséquence du principe de précaution en ce qu'il est pensé comme dépassement du positivisme légaliste, en droit libéré de son asservissement à une science déterministe. Son interprétation dans la pensée d'inspiration cartésienne est bien différente, à l'exception de quelques décisions vivement critiquées.

Selon M.-Cl. Boehler[126], tout le débat après la catastrophe de Three Mile Island s'est positionné sur le fait de savoir si la norme légale de précaution était le principe de limites de dose ou le principe ALARA qui contraint les exploitants à réduire les rejets radioactifs aussi bas que raisonnablement possible. La Cour Fédérale de District, dans une décision du 18 février 1994, a jugé que, selon la réglementation fédérale, l'exploitant est tenu de respecter le principe ALARA. Ainsi, même si les limites de dose fixées par la loi sont respectées, le principe ALARA peut avoir été violé. Le juge aurait donc la faculté, dans une action en réparation, de se servir du principe ALARA pour admettre que l'existence du dommage signifie invariablement que le principe a été violé. De même, dans un arrêt *James*[127], du 8 février 1995, et qui concerne des dommages subis par un employé d'une centrale nucléaire, un Tribunal fédéral américain de première instance a statué que le principe ALARA était la règle de diligence qu'il appartient au jury d'appliquer.

Toujours dans l'affaire des dommages causés par l'accident de Three Mile Island, cette interprétation a été rejetée par la Cour d'Appel le 17 octobre 1995[128]. La Cour estime que «dans la mesure où l'exploitant a soumis les demandeurs à une exposition en-deça de ces limites de dose qui garantissent une marge substantielle de sécurité pour les individus exposés, il ne peut être tenu pour responsable».

Le principe de précaution n'a donc pas été retenu par la Cour d'Appel. S'il l'avait été, il eût encore fallu se prononcer sur les facteurs économiques et sociaux. Comment, en face des victimes, soutenir qu'il n'est pas possible de nommer un responsable car il eût été onéreux à l'excès de prévenir l'accident ? Le principe de précaution permettrait aux magistrats, en droit de la responsabilité civile, d'admettre dans tous les cas que l'existence d'un dommage prouve qu'il n'a pas été respecté. Une telle interprétation serait certainement considérée comme abusive par des auteurs qui, à l'instar de M.-Cl. Boehler[129], pense que tout expert pourrait alors prouver que la dose subie par le demandeur aurait pu encore être réduite. Selon elle, le juge doit suivre l'adage «trop de précaution nuit» et doit savoir raison garder dans son approche du «raisonnable». Pour les rédacteurs de la note relative aux arrêts *James* et *Three Mile Island* (du 17.10.95)[130], «si la prescription vague du principe ALARA devient en droit la règle de diligence [...] cela signifie que, dans virtuellement chaque cas, il aurait été *possible* de réduire plus encore cette exposition». Ils estiment que «ce principe n'est pas et n'a jamais été conçu pour être une règle de diligence au sens de la responsabilité délictuelle. Il s'agit d'un principe d'éthique professionnelle».

La Cour a jugé que les règlements relatifs aux doses d'expositions admises reflètent la position autorisée de l'organe compétent qu'il s'agisse d'accident ou d'exploitation normale. En matière préventive ce débat garde malgré tout son sens et le juge civil doit pouvoir s'écarter des normes dites acceptables et être garant du respect du principe de précaution dont l'interprétation serait laissée à sa libre appréciation. Dans tel cas particulier, il aurait la faculté d'exiger des mesures de précaution supplémentaires malgré le respect des normes fixées et en dépit du fait que l'exploitation a été autorisée par l'administration. Le principe ALARA éviterait alors de réduire le rôle de l'homme de loi à rendre obligatoire le choix des scientifiques[131] ? Dans le droit nucléaire tel qu'il est pensé actuellement, c'est évidemment un espoir que nous formons tant

en droit de la responsabilité qu'en matière préventive. Les litiges survenant suite à la réalisation d'un dommage doivent se résoudre par référence aux devoirs préexistants[132] et le principe de précaution doit s'appliquer dans les deux cas.

2.3.4. L'impasse

Les facultés d'appréciation des particuliers et des juges restent néanmoins insuffisantes et celles des experts contradictoires. Le doute et l'incertitude sont au centre de tout débat et le stade ultime de l'application du principe de précaution est: «dans le doute abstiens-toi»[133]. Qui prend la décision de courir le risque ou de s'abstenir ? Telle est sans doute la seule réelle question qui se pose. Les mécanismes de décisions ne *semblent* pas manquer. Des procédures de consultations populaires, des cellules d'information des citoyens et d'autres systèmes ont été mis en place. Le référendum et les enquêtes publiques sont également des instruments à disposition des particuliers.[134] Mais existe-t-il une réelle obligation imposant à l'Etat le devoir d'informer ses citoyens sur les enjeux de l'utilisation de l'énergie nucléaire[135] afin qu'ils se prononcent en connaissance de cause ? Une Agence internationale *des Energies* pourrait informer les particuliers des avantages et inconvénients de chaque source d'énergie.

L'existence de nouvelles institutions au niveau national ou international instaurerait certes un débat démocratique. En réalité, dans l'utilisation de l'atome, l'incertitude demeure et la démocratie ne peut la lever. Le citoyen n'a qu'un choix: tout ou rien ! Et ce choix sera donné pays par pays alors que les conséquences de la réalisation du risque ignorent les frontières.

III. L'IMPRUDENCE DE L'ÉLECTRONUCLÉAIRE?

Le principe de précaution, eu égard à la place éminente que lui ménage désormais le droit nucléaire, constitue un fécond révélateur des différences séparant les conceptions cartésienne et aristotélicienne des rapports entre l'homme et la nature. Malgré une apparence de sagesse et de simplicité, le principe de *prudence* soulève des problèmes, éthiques notamment, d'une extrême difficulté, révélant des aspects de «pari» siéyant mieux à un joueur qu'à un *bonus pater familias*[136].

Bien qu'affirmé en rupture avec une science si forte de ses certitudes qu'elle les impose au droit, c'est-à-dire pour fidèle aux Anciens que se prétende le principe de *prudence*, d'où son examen au Chapitre III, nous montrerons, dans un premier temps, son enracinement dans une pensée d'inspiration cartésienne (III.1); puis, l'inadéquation de sa logique interne avec une pensée d'inspiration aristotélicienne (III.2); enfin, la restauration de la nature authentiquement qualitative de l'éthique que porte le principe de prudence interprété au sein d'un paradigme aristotélicien (III.3).

1. Le reliquat cartésien du principe de précaution

Nul ne saurait révoquer en doute, *du point de vue du positivisme juridique*, le caractère révolutionnaire du principe de précaution. Pensé comme régulation juridique des techniques *en amont* de leur application, il interdit de prendre prétexte de «l'absence de certitude scientifique absolue [!]... pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement» (Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement, Principe 15). L'arrogance idéaliste mécaniciste de la conception d'un homme au-dessus de la nature, la maîtrisant, est abandonnée, le Progrès hésite devant les

dommages à l'environnement: avec l'avènement de l'irréversibilité, le temps existentiel pénètre le temps essentiel, réfugié pour un instant encore dans la «certitude scientifique absolue» (elle même dépassée, depuis des dizaines d'années, dans la recherche: de la thermodynamique à la théorie des catastrophes, des relations d'incertitudes à la systémique). L'homme se (re)découvre irrémédiablement *dans* la nature, convulsion du positivisme d'autant plus remarquable qu'elle gagne la planète entière: principe de prudence de la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement (Principe 15), de l'art. 130 R du Traité sur l'Union Européenne (Maastricht), en passant par la directive européenne 90-220 de 1990 en matière de dissémination d'organismes génétiquement modifiés.

Le principe de précaution ne libère pourtant pas le politique de la mainmise du scientifique, fort justement rappelée par M.-Cl. Boehler, puisque son application est confinée aux rares domaines dans lesquels ne prévaut pas de «certitude scientifique *absolue*», domaines que les scientifiques détermineront nécessairement eux-mêmes. Cette dernière expression, extraite de la formule même du principe de prudence, témoigne toutefois de la résistance, et même de la prégnance du positivisme à l'encontre de l'épistémologie contemporaine, humble et dynamique, consacrant une concurrence intrinsèque des théories scientifiques entre elles (K. Popper) ou des paradigmes entre eux (T. Kuhn), situation interdisant bien évidemment toute connaissance *absolue*.

En d'autres termes, le principe de prudence veut traiter de conséquences *irréversibles*, suivant alors un modèle *dynamique* (au sens physique et général) du monde c'est-à-dire incorporant la diachronie, tout en se référant aux certitudes scientifiques, suivant alors un modèle *cinématique* du monde, mécanique *réversible*, intemporelle, donc de pure synchronie. Son point d'application se situe précisément au moment où les certitudes scientifiques s'évanouissent: le «si...les certitudes» montre qu'il est pensé dans un paradigme mécaniciste cartésien fort de certitudes scientifiques *absolues*; la situation d'*incertitude* est postulée *accidentelle*; mais l'irréversibilité ne peut être conçue au sein de ce paradigme; le maître doit se résoudre à ce que la nature lui échappe. Si la situation d'incertitude, conformément à l'épistémologie contemporaine, n'est plus considérée comme exceptionnelle mais comme normale, principielle[137], que le principe de précaution devient, en conséquence, *permanent*, alors on change véritablement de paradigme scientifique pour retrouver un homme intimement inscrit *dans* la nature, inscription lui interdisant d'adopter un quelconque point de vue *absolu* à son égard, lui enjoignant, au contraire, l'humilité d'une connaissance confuse puisqu'il se trouve à l'intérieur même de l'objet qu'il pense. Ce renversement de notre vision de la nature est, nous le verrons (III.3), riche d'enseignements pour le droit de la radioprotection. Pour en prendre la pleine mesure, il faut, auparavant, élucider la logique interne du principe de précaution et en couper les branches utopiques, un tel élagage constituant le premier degré de la prudence, tant il est vrai que le droit remplit une tâche éminemment pragmatique: trancher des conflits ici et maintenant.

2. De la logique interne du principe de prudence

Un principe de précaution *permanent* modifie complètement le poids des experts scientifiques: que toute science soit frappée d'incertitude permet de rétablir la primauté du politique[138], d'autant plus nécessaire que les effets d'une technique sont pensés irréversibles, commandant la démocratisation intégrale du processus de décision afin «de minimiser le regret en cas d'erreur d'appréciation»[139]. Appelée avec insistance dans la «démocratie sanitaire», laquelle exige du législateur de «s'adjoindre la participation du public», exige

la transparence de l'information à tous les niveaux[140], cette démocratisation apparaît, eu égard aux pratiques actuelles[141], *utopique*; or l'attitude utopique, en ce qu'elle comporte une dimension marquée de «pari», est diamétralement opposée à celle d'un «bon père de famille», dont se réclame le principe de prudence, qui doit décider ici et maintenant. Au surplus, des obstacles juridiques s'y opposent, tel le secret industriel[142], le secret militaire ou la raison d'Etat.

La participation désirée (*de lege ferenda*) du citoyen à la décision nucléaire procède d'un aspect souvent affirmé révolutionnaire du principe de prudence: les liens intimes entre éthique et droit, le droit nucléaire comme lieu du «droit de la prudence»[143]. Cette intimité, il est vrai, apparaît révolutionnaire du point de vue de l'idéalisme sur lequel repose le positivisme juridique ou conception déductiviste du droit, savoir le dualisme éthique ou for intérieur / droit ou for extérieur[144]. Dès lors que l'on conçoit le processus juridique selon l'induction (abduction), élaborant les règles à partir de la comparaison des pratiques, des éthos d'une communauté donnée et en en opérant l'arbitrage, le droit comportera nécessairement une dimension post-éthique[145]. Grecs et Romains connaissaient un droit foncièrement attentif aux éthos, commensurable aux comportements existants. Cette intimité est particulièrement soulignée par Aristote qui inclut la justice particulière ou droit dans la justice générale ou morale, l'éthique devenant ainsi le milieu d'exercice, d'opération du droit.

Pourtant, malgré ses références aux Anciens, à commencer par le terme «prudence», le rappel de ses origines grecques[146], le principe de précaution n'en épouse pas l'esprit. Il ne se constitue pas à partir d'une éthique déjà vécue dans une communauté[147] puisqu'il s'agit de générer, de construire l'acceptabilité du risque radiologique. Une telle éthique radiologique n'existant actuellement pas – il y faudrait précisément la «démocratie sanitaire»-, le principe de précaution ne peut lui être de quelque manière commensurable et devient extrêmement flou (et non pas souple comme l'est l'obligation de vigilance, par exemple, exigée en référence à des comportements connus), voire arbitraire, si l'on suit les secs commentaires de M.-Cl. Boehler à propos de l'affaire *James* ou de celle concernant la *British Nuclear Fuels*[148], jugées au détriment des exploitants *in casu*. Cette vive réaction n'est pas sans vérité; la doctrine accorde unanimement au droit une fonction d'ordonnancement, d'achèvement (jamais définitif) d'un ordre préconstitué par l'éthique (les éthos) ou d'instauration d'un ordre commensurable à celle-ci; la subjectivité *sans bornes* (celles de l'éthique, précisément) du juge *in casu* y contrevient assurément. Mais elle n'est ici que le reflet d'un principe de précaution qui, presqu'exclusivement prospectif, semble emprunter bien plus à l'esprit de «pari»[149] qu'à l'attitude du «bon père de famille»[150], s'éloignant d'autant de la prudence classique. Cet élément de «pari» est plus marqué encore dans le cas de l'accident nucléaire. Tant les catastrophes que leurs conséquences sont proprement incommensurables à l'échelle humaine[151]. Elles ne peuvent donc donner lieu à des comportements éclairés, à des éthos prudents; on ne peut, pour «résoudre» ces situations, procéder par analogie avec des expériences partagées par les membres d'une communauté, sédimentées dans sa culture[152]. La prudence de l'autorité ou *auctoritas,* au sens premier de savoir socialement reconnu, est sans prise sur une telle réalité, dût-elle être rare selon un calcul de probabilités.

3. De la nature authentiquement qualitative d'une éthique de la prudence

3.1. Prudence ou éthique qualitative

Grâce au principe de précaution, on quitte «le domaine de la science pour se tourner vers l'éthique de l'action en adoptant une attitude de prudence, celle-ci permettant d'éviter de

créer une situation d'irréversibilité.»[153] La formule, à l'évidence contradictoire puisque le principe de précaution est précisément pensé pour les effets irréversibles, si elle traduit l'inexpiable reliquat cartésien déjà rencontré, veut devenir compréhensible au plan social de l'admissibilité du risque. Ce changement de plan requiert des *jugements de valeurs*, exigeant notamment en matière d'accident nucléaire de dépasser le simple calcul de probabilité, drapé dans une parfaite *neutralité* mathématique. Le principe de précaution appelle donc une démarche *qualitative*, dont on sait qu'elle est au fondement de l'aristotélisme[154], Aristote que l'histoire de la philosophie considère aussi comme un des maîtres de l'éthique. La référence à ce penseur est d'autant plus significative ici, nous l'avons vu, qu'il conçoit l'homme intrinsèquement naturel, *dans* la nature, sans le réduire à sa seule animalité[155]. Or, la qualité en matière d'éthique et de droit est le «juste»: «la prudence est une disposition pratique concernant la *règle* du choix; il ne s'agit pas ici de la rectitude de l'action, mais de la justesse du critère»[156]. Il est, en conséquence, insuffisant d'assimiler le principe de précaution nucléaire à la «mise en œuvre de *règles de l'art*»[157], à un savoir faire. L'art, le savoir-faire, est fruit d'habitudes, de coutumes: «la prudence s'acquiert par l'expérience, qui est connaissance et mémorisation et jugement des cas particuliers»[158]; or, ces éthos sont actuellement inexistants, à tout le moins non fondés démocratiquement. On retrouve la dimension de «pari» qui rend si problématique une éventuelle admissibilité de l'électronucléaire, celle-ci dépendant du système d'expectatives habituellement partagé par la communauté considérée qui, ici, doit nécessairement être plurinationale, ainsi que l'a tristement rappelé le nuage de Tchernobyl, redoublant les difficultés. Pour approcher la règle du choix, il conviendrait, plus «justement», plus «qualitativement», de s'interroger sur le bien-fondé de telles habitudes *à prendre* et non pas postuler l'électronucléaire comme intrinsèquement admissible, attitude dogmatique ne participant aucunement de la prudence. De celle-ci résulte qu'une simple évaluation du risque (probabilité) doit le céder à une *juste* évaluation du risque radiologique, particulièrement concernant le risque d'accident – dont il sera désormais question – si l'on ne veut «pas que le choix de vivre dans une civilisation du risque débouche demain sur le constat de vivre dans la civilisation du désastre»[159].

3.2. L'imprudente probabilité de l'accident nucléaire

Par étrange, la vision qualitative de la prudence n'a guère pénétré la figure de l'accident qui devrait pourtant en être le lieu privilégié. En effet, on se contente souvent de mentionner une probabilité, référence affirmée scientifique parce qu'exclusivement quantitative. Or, K. Popper l'a rappelé à propos de l'expérience du chat de Schrödinger[160], la statistique en tant que tel ne nous apprend rien de la réalité en dehors de son *interprétation*, à savoir un choix, donc un jugement! Celle généralement retenue est l'interprétation fréquentielle, à ce point classique, habituelle qu'elle n'apparaît, précisément, plus comme une interprétation, mais est donnée pour objective donc s'imposant à tous; pourtant elle ne nous renseigne que sur ce qui se passe en *moyenne et* si la sorte d'événement se répète de *nombreuses fois*; «mais de l'événement singulier lui-même, la probabilité statistique objective ne dit rien.»[161] K. Popper propose alors «sa théorie de la *propensité*. La probabilité est considérée comme une tendance inhérente à l'objet... K. Popper assimile la probabilité à une habitude dont les effets se manifestent par une fréquence.»[162] L'idée de propension est à rapprocher de celle de «potentiel»[163], laquelle traduit, dans la théorie des champs, une réalité physique donc une réalité. Les termes *tendance, habitude, potentiel* trahissent une inspiration aristotélicienne, en particulier le couple si fondamental *puissance* (*potentia* donc potentiel) / *acte*, traduisant deux modes de la réalité:

ce qui est *en puissance* est déjà *quelque réalité* (typiquement le potentiel en physique), que ce qui est en acte réalise, achève, «par-fait». Appliquée *mutatis mutandis* à la probabilité d'un accident nucléaire, l'interprétation par la propensité permet de dépasser la donnée aseptisée, voire dogmatique, d'une simple *probabilité*, d'une simple formule – en cohérence avec le principe de prudence du droit nucléaire lui-même qui exige une *perspective qualitative* – pour atteindre à la notion de *risque*, laquelle exprime bien un certain mode de la réalité parfaitement congru au contexte incertain propre au principe de précaution et adéquat à la prudence réclamant des règles du *choix*, des *jugements de valeur*. Si l'interprétation de la probabilité constitue l'une des voies de l'évaluation qualitative de la réalité du risque (puisque le potentiel est un mode de la réalité), à savoir la nécessaire distinction épistémologique entre probabilité (quantitatif) et risque (qualitatif), on en peut trouver d'autres[164]: l'introduction de la gravité des conséquences dans l'interprétation fréquentielle, le risque se définissant alors explicitement «la résultante du produit de la probabilité ou fréquence d'un accident multipliée par la gravité des conséquences de cet accident»[165]; ou l'introduction de la notion d'ampleur maximale par L. Borel[166]; la pondération de l'évaluation en fonction de l'irréversibilité[167]. Que l'admissibilité d'un risque ne dépende pas seulement de sa probabilité[168] (conception monologique, partant dogmatique), mais également au moins de l'ampleur des conséquences, rencontre à l'évidence les préoccupations du «bon père de famille»; éclairant ainsi le débat d'un nouveau point de vue, il ne le rendra que plus démocratique. Cette position réaliste, en ce qu'elle ne postule ni l'admissibilité ni le rejet monolithiques de l'électronucléaire, permet d'éclairer l'évaluation qualitative du risque, tout en demeurant au sein d'un contexte de doute et d'incertitude.

3.3. L'incommensurabilité juridique de l'accident nucléaire

N. Rouland (15) dénonce sans ménagement la conception d'un droit coupé des réalités, des éthos qu'il a charge d'orienter: «Autre idéalisme, celui de l'isolement splendide du droit, qui l'a réduit à une technique: longtemps celui-ci fut enseigné comme un corps de règles qui trouvaient *en elles-mêmes* les raisons et modalités de leur évolution.» La réalité du droit s'annonce épistémologiquement comme induction, le trajet de juridicisation allant de l'acte (une pluralité d'actes jugés analogues) à la règle qui le décrit, et non plus de celle-ci aux cas par déduction-subsomption. Que la commensurabilité aux réalités soit au fondement même du droit s'explique par la fin ultime, gravissime du droit: garantir la survie du groupe: «le droit ne concerne, dans les faits sociaux, que ceux que les différents groupes sociaux considèrent comme essentiels à la reproduction de la vie sociale sur les plans biologique, écologique et idéologique»[169]. Le droit supporte la cohérence vitale du groupe; c'est pourquoi il est toujours en son principe d'origine divine[170], moins sous la forme d'un droit-commandement que d'un droit-harmonie[171]; l'ordre au sens de mesure, d'harmonie se comprend alors comme principe *et* fin du droit, ainsi que le relève, pour nos temps, S. Goyard-Fabre: «Le droit véhicule [donc] par nature une exigence d'*ordre*. Elle en est l'âme, à la fois son principe et sa fin.»[172]

La condition de cette cohérence-cohésion du groupe n'est rien moins que la commensurabilité du droit aux réalités qui traversent telle ou telle société. Que penser alors d'un «droit nucléaire» sachant que l'électronucléaire dans de nombreux aspects est incommensurable à l'intelligence de l'homme? On en a déjà indiqué quelques uns. Relevons encore quelques «im-prudences»: les surgénérateurs de l'échelle industrielle (Superphénix par exemple) n'ont pas été étudié à ce niveau de grandeur avant leur mise en service; on a, par ailleurs, prouvé (notamment avec l'accident de Three Mile Island) que leur

scénario de l'accident de référence «arrêt des pompes sans chute des barres» n'est qu'un parmi les accidents possibles, et de loin pas le plus probable; le comportement du réacteur en excursion nucléaire demeure inconnu[173]: quelle sera l'énergie mécanique libérée, quel sera, en cas de compaction, le facteur de multiplication de la puissance nominale du réacteur[174], se formera-t-il des bouchons d'acier dans le cœur (fonte des gaines) empêchant la dispersion du combustible, y aura-t-il une seconde excursion nucléaire, impossible alors à contenir (les enceintes de confinement n'ont pas été prévues pour cette hypothèse), etc. Les *coûts* humain et financier de l'accident dépassent l'entendement, non seulement sentimentalement, mais aussi rationnellement: il s'agit d'une catastrophe *en devenir* [175].

Pour intervenir, le droit devra adopter des fictions, démarche juridique classique mais qui, en l'occurrence, conduit à des résultats tout à fait injustes (donc qui contreviennent au juste, au *jus* c'est-à-dire au droit). Pour ne prendre que deux exemples: 1) un calcul actuel du dommage ou actualisant à quelques années (durée de la prescription), en contradiction avec les réalités vécues (de la malformation des enfants qui, eux-mêmes, la transmettront, à l'inhabitabilité pendant des dizaines voire des centaines d'années de certaines régions), commensurabilité *forcée, inventée* du droit face à une catastrophe *en devenir*; 2) toujours dans la seule logique de l'indemnisation; la responsabilité objective étant anonyme, elle s'affranchit de toute leçon de l'histoire (tant que l'on trouve des assureurs ou l'Etat): si l'indemnisation s'adresse à l'individu, elle ne parle pas au citoyen; elle engendre une déresponsabilisation, un fatalisme, à tout le moins civique. Si l'individu cesse d'être citoyen, alors le droit d'inspiration aristotélicienne n'a plus rien à dire concernant l'activité en question: le réalisme juridique se refuse à mesurer la démesure[176]. Comment pourrait-il s'inscrire dans une pensée du «pari» (et pas seulement de l'inconnu) à l'échelle du groupe, sans trahir sa nature profonde ? Il ne regarderait donc plus *essentiellement* la survie du groupe, ni écologiquement, ni biologiquement. Droit prudent, il doit réfléchir non seulement les possibilités de l'accident, mais également les conséquences de l'accident réalisé; celles-ci le dépassant, il ne peut plus induire ou *dire* l'acceptable; il devra alors le *construire* et l'*imposer*, se réduisant par là au seul commandement, retrouvant le positivisme légaliste que le principe de précaution voulait précisément dépasser.

Le silence du droit prudent consonne avec la finitude humaine, rappelant à l'homme son insertion *dans* la nature: il n'en est pas le démiurge. Et s'il est vrai qu'il ne faut pas prendre prétexte de l'absence de certitudes scientifiques «absolues» pour refuser toute activité à risque (quoique l'argument soit tronqué eu égard à l'épistémologie contemporaine), il faut assurément beaucoup d'humilité pour admettre, en une manière de prudence écologique, que «ce n'est pas l'homme qui possède la terre; c'est la terre qui possède l'homme»[177].

CONCLUSION

La technique de l'atome et sa maîtrise seulement partielle sont des réalités actuelles de nos sociétés. Elles donnent lieu génériquement à deux situations sur lesquelles on a appelé au jugement du droit: A) L'accident nucléaire réalisé; B) La prévention.

A. L'accident réalisé

Actuellement, et d'un point de vue tout pragmatique, seul compte ici le droit de l'indemnisation. Il faut que le dommage soit réparé; en vérité, seule une faible part sera couverte, eu égard à la prescription, à la difficulté d'établissement des liens de causalité, etc. La garantie de solvabilité a comme désamorcé le débat démocratique sur la chose publique (*res publica*), sur la moralité de l'activité dans ses conséquences.

B. La prévention

L'opposition des paradigmes s'affirme à nouveau.

1. Dans une pensée d'inspiration cartésienne

Se distinguent deux appréhensions de l'électronucléaire:

a) La confiance aveugle en le Progrès, dont la marche triomphale absorbera toutes les difficultés.

b) Le principe de précaution dans les domaines abandonnés par les certitudes scientifiques «absolues». La certitude «absolue», ainsi que la non-permanence de ce principe témoignent d'une assise cartésienne. Plus, sa concrétisation en analyse coûts/bénéfices – laquelle ne porte d'ailleurs jamais sur les conséquences d'un accident nucléaire – inscrit résolument ce principe dans une démarche rationnaliste (économique) quasi quantitativiste, loin de la prudence des Anciens dont il affirme s'inspirer. En effet, «quand une société fait le choix culturel qui consiste à surdéterminer les liens entre l'homme et les choses (valorisation des facteurs économiques), les rapports humains sont réifiés, et le droit strict étend son emprise»[178]; la référence à la souplesse juridique des Anciens est plus apparente que réelle. L'absence de transparence de l'électronucléaire empêche une décision réellement démocratique et *prudente.*

2. Dans une pensée d'inspiration aristotélicienne

L'électronucléaire est d'appréhension fort difficile pour un droit-prudence. Celui-ci regarde principalement et principiellement à la (bonne) mesure et non au commandement. Il prête la plus grande attention aux éthos, aux mœurs tels qu'ils sont pratiqués dans une société donnée. Il dit le juste en référence à ce que pourra réaliser concrètement la communauté dont il a la charge: le droit doit être commensurable aux forces des citoyens: «l'ordre juridique constitue le principe de cohésion par lequel sont imposées les contraintes nécessaires à la survie du groupe, l'élément de stabilité assurant la continuité des significations.»[179] Or, l'électronucléaire, spécialement dans le cas de l'accident, donne lieu à une multitude de phénomènes proprement incommensurables. Comment le droit-prudence pourrait-il y discerner la mesure? Faut-il lire une nouvelle «mesure» du juste dans l'abandon des surgénérateurs par les Etats-Unis et l'Allemagne, et l'annulation par les premiers de toutes leurs commandes de réacteurs nucléaires depuis 1979! Manifestement, l'énergie nucléaire ne «reflète pas le niveau industriel d'un pays.»[180]

Comment ne pas adhérer alors à l'humilité de P. Ricœur analysant le concept de responsabilité: «C'est bien un signe de la finitude humaine que l'écart entre les effets voulus et la totalité indénombrable des conséquences de l'action soit lui-même incontrôlable et relève de la sagesse pratique instruite par l'histoire entière des arbitrages antérieurs. Entre la fuite devant la responsabilité des conséquences et l'inflation d'une responsabilité infinie, il faut trouver la juste mesure et répéter... le précepte grec: *rien de trop*»[181]. La question atomique se fait toujours plus pressante: qu'advient-il de la prudence, du «rien de trop» lorsque la totalité des effets est *incommensurable* et que «l'histoire entière des arbitrages antérieurs» n'existe pas et n'est d'ailleurs pas souhaitable? Cela est «bien de trop» pour le droit-prudence: «il y a des masses trop pesantes pour la main des hommes».[182]

NOTES

1. N. Rouland, 181.
2. L'analyse des structures internes sera conduite suivant la division traditionnelle philosophie théorique / philosophie pratique, très schématiquement sciences naturelles (dures) / sciences humaines (molles).
3. In *Descartes*, 138.
4. Ibidem, 138.
5. Ibidem, 300.
6. Ibidem, 268 et 279-280.
7. «Premièrement, j'ai tâché de trouver en général les principes ou premières causes de tout ce qui est ou qui peut être dans le monde, *sans rien considérer pour cet effet que Dieu seul qui l'a crée, ni les tirer d'ailleurs que de certaines semences de vérité qui sont naturellement en nos âmes* [nous soulignons]», ibidem, 169-170.
8. C'est déjà affirmer l'inutilité de la cause finale, qui sera consommée dans le mécanicisme de la science moderne.
9. «Kant... nie la diversité des points de vue scientifiques sur la nature... En accord avec le mythe de la science moderne, Kant recherche le langage *unique* [donc une métaphysique de l'univocité] que la science déchiffre dans la nature, l'ensemble unique de présupposés qui conditionnent la physique et s'identifient dès lors avec ce qui devient les catégories de l'entendement lui-même.» I. Prigogine/I. Stengers, 145.
10. On pourrait craindre, *prima facie*, une variante de relativisme. Sans pouvoir entrer dans le débat, disons simplement qu'il s'agit ici de *perspectivisme*, lequel, malgré la pluralité de points de vue, de *perspectives*, parvient à circonscrire une réalité *une* mais non absolument. Un exemple valant parfois mieux qu'un discours, qu'on nous permette la référence au Portrait d'Ambroise Vollard de Picasso (1910), visage parfaitement reconnaissable dans la multiplicité de ses facettes.
11. *L'Enjeu de la philosophie médiévale*, E.J. Brill, Leiden / New York / Köln, 1993, 101-102. La systémique relativise bien plus sévèrement le cartésianisme: «*La* révolution *cartésienne commit l'erreur cruciale, absolue et analytique (selon nous) de conférer, sans justifications, un statut ontologique privilégié aux entités (ou aux substances, ou aux objets) aux dépens de leurs relations, de leurs attributs, de leurs accidents*» (A. Wilden [...]). A cette *description formelle (forme décrite du point de vue de ce qu'elle est)*, il importe d'ajouter, rappelle l'urbaniste Ch. Alexander [...], *le point de vue de ce qu'elle fait lorsqu'elle est mise au contact de son environnement: on appelle cela, parfois, la définition fonctionnelle*, J.-L. Le Moigne (63), lequel ajoute aux propos de l'urbaniste le point de vue du temps, de l'histoire (63, note 1).
12. I. Prigogine/I. Stengers, 133.
13. I. Prigogine/I. Stengers, 375.
14. Ibidem, 104. Les résonances platoniciennes d'une telle vision du monde sont largement reconnues; le monde des Idées peut seul être affirmé authentiquement vrai; le monde d'ici-bas, sublunaire, frappé de changements, n'en constitue qu'une adultération, un «reflet» dévoyé: la vérité est proprement transcendante par rapport à notre monde d'accidents. Aristote, au rebours, recherche au sein du changement lui-même le principe des choses; la vérité est immanente à notre monde intrinsèquement changeant; elle ne pourra être que «dynamique» (bien évidemment pas au sens mécaniciste de la science classique), rencontrant nombre d'interrogations contemporaines, écologiques notamment; voir § 2 et chapitre 3.
15. Nous savons les *accidents* porter l'*existence* des choses (voir la définition d'obédience kantienne de l'accident supra); la science classique, négligeant les accidents, s'interdit de penser l'existence en elle-même, se fermant ainsi à l'historicité et à la diachronie.
16. L'histoire même du fonctionnement – plutôt du dysfonctionnement – de Superphénix révèle un «Progrès» incontestable... en dangerosité.
17. Cf. *Les Notions Philosophiques, verbo objectivité*, 1782.
18. I. Prigogine/I. Stengers, 143.
19. I. Prigogine/I. Stengers, 63.
20. Cf. I. Prigogine/I. Stengers, 126.
21. Il faut se garder des oppositions simplistes parce qu'absolues telles nature – culture, *phusis – nomos*, biologique – culturel, ainsi que l'ont montré Aristote, E. Morin, J.-D. Vincent (*La chair et le diable*, Odile Jacob, Paris, 1996). Aussi le bien naturel exige-t-il toujours l'industrie des hommes pour sa réalisation.

22. Conception que la systémique, pensée non linéaire, jugera réductrice; ainsi J.-L. Le Moigne: «Ne faut-il pas admettre aujourd'hui, avec *la mort de l'optimum*, la mort du *one best way* [défini en note «l'illusion que l'on peut séparer les moyens et les fins et que les techniciens peuvent déterminer le seul meilleur moyen une fois qu'une fin a été clairement fixée»], la nécessaire pluralité, non seulement idéologique, mais aussi méthodologique, des processus de représentation des connaissances. Non par souci de tolérance condescendante, mais parce que nous devons convenir de l'impossible validation universelle.» (14)
23. *Droit international privé*, Tome I, *Théorie générale*, Larcier, Bruxelles, 1987, 228. Ce qui ne signifie nullement que l'auteur soit partisan d'un positivisme plat. On s'en convaincra par la dernière partie de la citation, démontrant le profond réalisme de F. Rigaux et la réelle complexité de la notion de qualification.
24. C'est le propre du *genre* de présenter une extension non actuelle.
25. Le «droit au travail» livre un exemple fort cruel d'un droit-titre sans commune mesure ou droit-mesure avec les réalités économico-sociales de nos sociétés actuelles. L'incommensurabilité du droit-titre à la mesure est au moins aussi prononcée avec un «"droit" des générations futures», pour indubitable que soit notre responsabilité éthique envers elles.
26. Une loi dépourvue de cas d'application demeure un simple *law in the books*, échouant à l'instauration de l'ordre concret dont elle a pourtant la charge.
27. W. Blake dans une lettre à Thomas Butts du 22 novembre 1802, cité par I. Prigogine/I. Stengers, 61.
28. J.-L. Le Moigne, 17.
29. Il ne s'agit évidemment pas d'induction pure, légitimement condamnée par K. Popper dans sa *Logique de la découverte scientifique*, 428 ss. L'épistémologie aristotélicienne ne participe aucunement d'un empirisme naïf, réduisant l'intellect à une simple *tabula rasa*, la connaissance se trouvant exclusivement du côté de l'objet; cette conception est aussi adultérante que son contraire, l'idéalisme. La connaissance s'acquiert dans un acte commun et un, une dialectique-dialogique du sujet et de l'objet (dite *relation transcendantale*). Le paradigme aristotélicien n'est donc, *stricto sensu*, pas inductif mais abductif; pour l'exprimer fort schématiquement, il y a *induction* mais *sous hypothèse*, laquelle constitue la part d'invention du sujet, part active de la découverte (marquée alors par l'inscription culturelle du sujet) que K. Popper a écartée parce que relevant d'une *psychologie* de la découverte scientifique donc non logique. Sur l'abduction, voir U. Eco, *Les limites de l'interprétation,* Le livre de poche, Grasset, Paris, 1992, passim, en particulier 253 ss.; U. Eco, *De Superman au Surhomme*, Grasset, Paris, 1993, spécialement 178 ss.; U. Eco, *Sémiotique*, passim; E. Morin, 47.
30. Il ne faut prêter à ces deux formules la force de la sentence; leur degré de généralité l'interdit; elles traduisent la tendance, l'esprit de deux types de pensée différents, irréductibles. On relèvera, notamment, qu'en systémique, le tout est aussi, simultanément, moins que la somme de parties (certaines potentialités des parties sont inhibées par le tout-organisation, voir E. Morin 167); nous ne retenons, par souci de simplicité, que l'aspect positif des qualités émergentes, lesquelles ne se trouvent pas dans les parties du système prises séparément.
31. Sur les deux modes de l'analogie, les liens qu'ils entretiennent et l'ordre qu'ils traduisent, voir A. de Muralt, «Genèse et structure de la métaphysique aristotélicienne», *Revue de Philosophie Ancienne*, Ousia, Bruxelles, 1996, 7 ss.; A. de Muralt, *Néoplatonisme et aristotélisme dans la métaphysique médiévale*, Vrin, Paris, 1995, en particulier 100 ss.; A. de Muralt, *Comment dire l'être ?*, Vrin, Paris, 1985, en particulier 11 ss. Rappelons que dans l'analogie de proportionnalité, les rapports ne sont pas arbitrairement interchangeables: l'aile est au poisson ce que la nageoire est à l'oiseau ! Il y a donc un certain ordre. Les fameuses catégories (de l'être) d'Aristote illustrent l'analogie d'attribution et son ordre: la qualité, la quantité, la relation, le temps, etc., n'existant pas en soi, sont tous dits par rapport à la substance; ils sont donc ordonnés au premier «substance».
32. Si l'analogie permet la connaissance, alors elle recèle quelque ordre (sauf à admettre l'oxymore «connaissance anarchique [équivoque]»).

33. L'analogie «en tant qu'instrument de connaissance *additive* et non *substitutive*.» (U. Eco, *Sémiotique*, 141)
34. U. Eco, *Sémiotique*, 158.
35. Par exemple, appréhender l'institution de la répudiation musulmane, algérienne par exemple, à partir de notre catégorie légale du divorce en établissant une identité de fonction: la répudiation sera reconnue dans l'Etat du for (Etat dont les tribunaux sont saisis) dans ses effets, dès lors qu'elle exerce au sein du droit de la famille algérien une fonction analogue à celle du divorce dans le droit de la famille de l'Etat du for.
36. U. Eco, *Sémiotique*, 152.
37. La condensation est créée par des expressions telle «pour ainsi dire» (par exemple dans «les oiseaux habitent pour ainsi dire dans l'air», ibidem 179). Considération de logique (au sens de *logos*), qui a trait au dire, elle est à rapprocher d'expressions aristotéliciennes courantes comme «en quelque manière» (par exemple, *Ethique à Nicomaque*, I, 13, (84)).
38. «Si j'ai un Résultat curieux dans un champ de phénomènes non encore étudié, je ne peux chercher une Loi de ce champ (si elle existait et si je la connaissais, le phénomène ne serait pas curieux). Je dois aller «enlever» ou «emprunter» [*abduction* en anglais] une loi *ailleurs*. Si vous voulez, je dois raisonner par analogie.» (U. Eco, *De Superman au Surhomme*, cité note 29, 182).
39. Qu'on nous permette un exemple fruste: la nageoire est au poisson ce que l'aile est à l'oiseau sous la fonction locomotrice.
40. Voir note 35.
41. U. Eco, *Sémiotique*, 161.
42. E. Morin, 167. On reconnaîtra ces deux extrêmes, les Parménidiens et les Héraclitéens. La pensée aristotélicienne de l'analogie veut précisément se garder des deux écueils; voir les références à A. de Muralt, note 31.
43. Il faut ajouter à la dimension épistémologique de l'unité substantielle sa dimension éthique et pratique (de praxis): l'homme est un être intrinsèquement naturel! Pour triviale qu'apparaisse cette assertion, elle n'est d'aucune évidence en cartésianisme qui consacre un dualisme corps (*res extensa*) / âme (*res cogitans*). Les rapports homme – nature s'élaboreront alors de manière fort différente, nous le verrons à la fin de cette subdivision.
44. Elle n'en doit pas moins être dégagée, distinguée par l'esprit humain, le sujet de l'acte de connaissance qui, ainsi, la médiatise.
45. P. Aubenque, *Le problème de l'être chez Aristote*, PUF, Paris, 1991 (1re édition 1962), 116-117.
46. K. Popper: «Toute observation est une activité qui a un but (trouver, ou contrôler, une régularité qui est, *pour le moins*, vaguement envisagée); une activité dirigée par des problèmes, et par le contexte d'attentes («l'horizon des attentes» [...]). L'expérience passive n'existe pas [...]» (*La quête inachevée*, Calmann-Lévy, Paris, 1989, 68). On retrouve les notions contemporaines d'abduction, d'herméneutique (*Vorverständnissen* de Gadamer par exemple), d'enracinement culturel de la science (E. Morin, *Science avec conscience* ou *La nouvelle alliance* [entre science et culture] de I. Prigogine/I. Stengers).
47. Voir respectivement les articles de R. Belbéoch et M.-Cl. Boehler dans le présent volume.
48. Le mythe rassurant de la Raison nucléaire omnisciente n'aura duré que le temps d'une routine... et les plus graves accidents de l'histoire (lire J.-P. Pharabod/J.-P. Schapira).
49. Par exemple, la mise hors service volontaire de plusieurs systèmes de sécurité, dont le système de refroidissement de secours, lors d'un «simple» exercice de panne d'alimentation d'électricité à la centrale de Tchernobyl afin d'en tester la fiabilité, expérience qui ne livra que l'horreur de la catastrophe. Voir la description troublante qu'en donne J.-P. Pharabod / J.-P. Schapira (cité note précédente), 144 ss.
50. Dont les nombreuses inconnues ont déjà été relevées, notamment par Borel, in *L'utilisation rationnelle de l'énergie*, cette collection, 1992, 75 ss.
51. Peut-être ne lui est-il pas possible de l'intégrer? Il faudrait par conséquent fortement relativiser l'information qu'est sensée apporter la probabilité. N'est-ce pas alors interpréter un calcul, c'est-à-dire ne pas le considérer comme «clair et distinct», et donc contrevenir à la métaphysique de l'univoque?
52. La formidable multiplication de la puissance des réacteurs en quelques fractions de secondes ou en quelques secondes en certains moments de dysfonctionnements, aggrave incommensurable-

ment l'intervention humaine se réalisant toujours sous un «stress» extrême. Ainsi d'une manette manipulée dans le sens inverse de celui exigé, geste dont la correction coûte quelques fractions de secondes au moins, suffisantes à rendre inutile la manœuvre; de même, l'enrayement du système de descente des barres de contrôle, compensé par la libération de tout mécanisme au bénéfice de la loi gravitationnelle: on laisse «tomber» les barres dans le cœur du réacteur dont la réaction s'est amplifiée durant la manœuvre au point que celle-ci peut n'avoir plus aucun effet. Voir J.-P. Pharabod/J.-P. Schapira.

53. «intrinsèquement» ne signifie pas univoquement ou de manière déterministe, comme le montre en systémique la féconde plasticité de l'ensemble «structure – fonction».

54. L. Boisson de Chazournes (in *Le droit international face à l'éthique et à la politique de l'environnement*, cette collection, 1996, 135 ss. (137)) a explicité, fort à propos, les deux «contenus» possibles de la Convention des Nations Unies sur les changements climatiques et l'adoption, par trop prévisible, du moins exigeant: «Encore leur [les négociateurs] fallait-il décider si cet instrument énoncerait des obligations spécifiques pour immédiatement [!] mettre en œuvre les responsabilités des différents protagonistes. Ils pouvaient aussi décider que dans un premier temps l'instrument n'énoncerait qu'un cadre général d'action, qui laisserait place ensuite à la formulation d'engagements plus précis. C'est cette deuxième option qui fut retenue du fait des intérêts divergents en présence, et notamment de la forte opposition des Etats-Unis à tout engagement pour limiter les émissions de gaz à effet de serre... régime qui appelle des affinements et évolutions ultérieures», démarche allant à l'encontre de l'urgence, semblait-t-il, unanimement reconnue.

55. Si d'un point de vue pragmatique, en une manière de réalisme juridique anglo-saxon, la Conférence de Rio n'a en rien modifié les comportements étatiques, il est prématuré (a fortiori pour la Conférence de Kyoto) de la prétendre sans effet aucun. On peut espérer qu'elle portera des fruits juridiques suite à une prise de conscience dans l'opinion publique ou à quelque *soft law* qu'elle a ou aura induite. Cet espoir présente, il est vrai, la grave inconséquence d'être projectif – conformément à sa nature – alors que les problèmes écologiques sont d'une urgence cruelle. On peut craindre que ce décalage temporel exténue dans le Temps ahistorique du Progrès les bonnes volontés alors manifestées.

56. La sanction ne permet pas de rendre véritablement compte de la commensurabilité du commandement à la réalité, cela ne la dépouillant aucunement de son irremplaçable utilité, chaque citoyen n'adhérant pas à chaque loi par la raison. En termes philosophiques, la sanction est nécessaire au droit mais pas essentielle (voir par exemple A. Papaux/E. Wyler, 15 ss. (30-31)). Si la sanction était essentielle, c'est-à-dire le moteur unique de l'obéissance, les commandements juridiques demeureraient inefficaces et même inexigibles tant qu'ils n'auront pas été portés à la connaissance des citoyens d'une part, et compris par eux, d'autre part. Or, les systèmes légaux écrits comptent plusieurs dizaines de milliers de textes de tous rangs, qu'il est irréaliste de prétendre connus, moins encore compris, de tout un chacun. Ces systèmes juridiques ne sont pourtant pas à l'agonie: leurs «commandements» sont globalement exécutés; il y a donc une origine plus profonde au respect global du droit par les citoyens. En revanche, que des lois, pour la plupart inconnues, puissent être respectées, nonobstant l'absence d'un gendarme derrière chaque porte, se comprend aisément d'un droit proche des éthos, des mœurs, «normativité» non pas théorique mais vécue, exercée en ses principes fondamentaux dans la cité, et cela antérieurement à sa fixation juridique; les «principes généraux» du droit sont le reflet des éthos, des mœurs, des comportements pratiqués dans la société. C'est cette conception inductive du droit (largement post-éthique alors) que nous avons dénommée «juste».

57. On reconnaît ici l'appréhension déductive cartésienne du monde selon laquelle les Idées sont premières, les phénomènes devant être pliés, réduits à ces a priori. Elle est naturellement prégnante dans l'électronucléaire français, comme le rappelle Perline (16-17) ou encore le GSIEN (Groupement de scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire): «la philosophie des spécialistes français est très différente de celle des anglo-saxons. Les premiers conçoivent des

dispositifs de surveillance très raffinés pour éviter l'accident, et *font confiance aux modèles et aux analyses* [nous soulignons]. Les Anglo-Saxons disent: nous ne pouvons peut-être pas tout prévoir, nos modèles de calculs sont peut-être inexacts, aussi nous allons prévoir une enceinte de confinement capable de résister à des dégagements d'énergie considérable» (Projet anglais d'1 mètre d'épaisseur contre quelques centimètres pour Superphénix) in *Livre jaune sur la société du plutonium*, Editions de la Baconnière, Neuchâtel, 1981, 133. Rappelons que, parallèlement dans le domaine juridique, la France est historiquement le pays du légalisme, du légicentrisme et de l'Ecole de l'Exégèse: tout est dans le code, le juge n'est que l'administrateur, la «bouche» de la loi.

58. Par exemple, sachant que les techniques actuelles d'extinction d'incendies ne permettent pas d'éteindre un feu de sodium de plus de quelques centaines de kilos, ce que reconnaissent les autorités françaises elles-mêmes, le droit devait-il autoriser le fonctionnement de Superphénix dont les circuits primaires et secondaires en contiennent quelque six tonnes ?
59. Notamment P. Moor, C.-A. Morand ou A. Flückiger. Cette vision du droit a également retenu l'attention de l'anthropologie juridique, voir N. Rouland 139.
60. La notion de «loi» s'entend, dès lors, selon une acception toute générique; d'un point de vue technique, il s'agit bien plutôt de plans, de recommandations, de vœux, de *gentlemen's agreements*, etc.
61. *Ethique à Nicomaque*, II, 1 (89).
62. *Somme Théologique*, I-II, q. 97, a.3. (611-612).
63. Thème nodal du philosophe du droit C. Perelman qui, précisément, renoue avec la pensée antique. On comprend alors pourquoi la sanction n'est pas *essentielle* dans la définition du droit, demeurât-elle parfaitement nécessaire.
64. Ce volume, 9.
65. «Dès lors que les activités sont justifiées, le principe d'optimisation...» écrit M.-Cl. Boehler, ce volume, 17. Cet axiome est profondément ancré dans le «nucléaire» français, notoirement a-démocratique (il est même qualifié, parfois, d'«anti-démocratique»), suivant une stricte verticalité administrative et technocratique. Perline y lit une tournure d'esprit toute cartésienne, particulièrement à propos de Superphénix (16-17). On présentera au Chapitre II quelques voies de démocratisation du nucléaire.
66. Aristote, parangon des penseurs inductifs, prévient de «ne pas chercher une égale précision en toutes choses, mais au contraire, en chaque cas particulier, tendre à l'exactitude que comporte la matière traitée» (*Ethique à Nicomaque*, I, 7 (60-61).
67. Aristote, *Ethique à Nicomaque*, I, 4 (53).
68. C. Millon-Delsol, *in Une prudence moderne?*, «La prudence des Anciens», 14 (s'appuyant plus spécialement sur Aristote); elle précise (14): «le prudent a compris qu'il lui fallait courir au réalisable davantage qu'au parfait. La philosophie de l'action demeure rivée au possible.»
69. Rappelons que le «souci» de l'homme vivant, donc *dans* le monde, occupe la science écologique depuis près d'un siècle.
70. E. Morin, 176.
71. Voir l'article de A. Rainaud dans le présent ouvrage.
72. *Réflexions,* 15; G. Viney, 5 relève que la responsabilité était, dans la tradition de l'ancien droit français puisée chez les canonistes, davantage destinée à améliorer les conduites individuelles qu'à assurer la réparation des préjudices.
73. Elles perdent, en effet, beaucoup de leur pertinence dans les cas de «dommages catastrophiques»: «Il n'existe plus de lignes fermement tracées entre le droit public et le droit privé, entre le droit international et le droit international privé, entre la responsabilité de la puissance publique, celle de l'Etat-entrepreneur, et celle des opérateurs privés, entre l'autonomie d'une société dominée et l'imputabilité de ses actes à la société dominante, mais surtout les rapports économiques, les modes de production industrielle et les périls qu'ils suscitent se sont édifiés sur l'effacement des frontières géographiques partageant des lieux exclusifs de contrainte, de protection et de responsabilité étatique.» (F. Rigaux, in *La réparation des dommages catastrophiques*, «Préface», VIII)
74. L. Engel, 7.
75. L. Engel.
76. Elle donne l'exemple des médecins qui, dans le Massachusetts, sont relativement protégés puisque leur responsabilité ne peut être engagée que pour faute grave. Ce sont pourtant les

chirurgiens les plus réputés qui se sont installés dans cet état.

77. L'indemnisation des dommages futurs, tels que ceux qui pourraient se manifester dans une voire plusieurs générations, pose problème. Voir ci-après les questions de prescriptions et de preuve du lien de causalité ainsi que les limitations de la réparation des dommages en droit international évoqué dans diverses contributions du présent ouvrage. Voir Visser't Hooft, *L'avenir de la politique internationale de l'environnement de lege ferenda,* in: «Le droit international face à l'éthique et à la politique de l'environnement», *SEBES 1996*, qui aborde les questions du droit des générations futures. Voir note 26 ci-dessus.
78. Engel, 16.
79. Voir le résumé d'un arrêt canadien dans le Bulletin de droit nucléaire 1994, N° 54, 28 et la note commentant cet arrêt concernant la mise en cause de la loi sur la responsabilité. Le juge a admis que le souci de la santé et de la sécurité étaient des incitations explicites à la sûreté et que la loi sur la responsabilité ne pouvait être considérée comme un instrument ayant pour effet de réduire le degré de diligence des exploitants.
80. Voir son article dans le présent ouvrage.
81. Ricœur, 41
82. Voir l'article de H. Conruyt dans le présent ouvrage. La Suisse fait exception. La loi fédérale sur la responsabilité civile en matière nucléaire du 18 mars 1983 (LRCN) prévoit une responsabilité illimitée. Voir Debieux; Tercier, 156.
83. voir Romy, La *responsabilité* et les auteurs cités. L'idée est toujours la même. On la retrouve dans les exigences minimales de la CIPR selon lesquelles les pratiques impliquant une exposition à la radiation doivent produire des bénéfices suffisants aux individus exposés ou à la société afin de contrebalancer le détriment radiologique qu'elle induit. Voir les différentes contributions du présent ouvrage traitant des recommandations de la CIPR et l'article de Hager sur les problèmes économiques et notamment sur la comparaison entre le coût global d'une certaine activité dangereuse comparé à une activité concurrente (il cite l'exemple de l'asbeste).
84. La question de la vigilance, de la prudence des particuliers sera traitée au paragraphe 2 ci-dessous.
85. Voir Romy, I, 9 et les auteurs cités.
86. 29.
87. Engel, 29, laquelle se réfère à Hans Jonas.
88. *Le problème français des accidents thérapeutiques, enjeux et solutions*, rapport à Bernard Kouchner, ministre de la Santé et de l'Action humanitaire, Paris 1992, 37, cité par Engel, 29.
89. Engel, 29.
90. *Le principe*
91. Voir les problèmes que cela pose ci-après..
92. Sur cette question, voir Bianchi, nos cités dans l'index.
93. Sur cette convention, voir Romy, *Responsabilité*
94. A l'art. 10 de La Convention de Lugano, il est prévu que le juge doit tenir compte du risque accru inhérent à l'activité dangereuse lorsqu'il apprécie la preuve du lien de causalité. Voir Hager dans le présent volume: paragraphe intitulé *Justice delayed*; Romeiro, *Toxische Kausalität.* Thèse Bâle 1996; Bianchi, n° 467, notamment concernant le recours aux études épidémiologiques et aux statistiques. Voir article de Hager: il relève que ces études sont non seulement coûteuses mais qu'elle ne sont utiles que si elles sont entreprises après la période de latence de la plupart des maladies causées par l'exposition aux radiations. Il insiste aussi sur le fait que les scientifique qui font ces études doivent naturellement être indépendant de l'industrie nucléaire, ce qui n'est pas toujours le cas.
95. «La révision du droit de la responsabilité vue sous l'angle de l'art. 955 CC» in: *Revue du Notariat et du Registre foncier* 1995, 359.
96. La Convention de Lugano prévoit un délai de prescription absolu de 30 ans, ce qui est court en matière de dommages dus à la radioactivité. Elle prévoit toutefois à son article 17 al. 2 que: «lorsque l'événement consiste en un fait continu, le délai de trente ans court à partir de la fin de ce fait... S'agissant d'un site de stockage permanent des déchets, le délai de 30 ans court au plus tard à compter de la date à laquelle le site a été fermé conformément aux dispositions du droit interne».
97. Voir sur cette question un arrêt du Tribunal fédéral publié aux ATF 106 II 134 ss. Il s'agissait d'une employée horlogère qui avait contracté

une affection dermatologique cancéreuse 20 ans après avoir quitté l'usine où elle peignait des cadrans avec une substance lumineuse émettant des radiations ionisantes. Le Tribunal fédéral avait refusé de suivre un avis des professeurs Deschenaux et Tercier qui pensaient qu'il fallait que l'atteinte se soit révélée pour que l'on parle de «réalisation d'un fait dommageable», point de départ de la prescription. Sur les effets à long terme des radiations, voir notamment l'article de Bennett dans le présent volume.

98. Voir Romy, II et Hager dans le présent volume paragraphe *Class action.*
99. Voir toutefois le paragraphe *Sovereign impunity* de l'article de Hager dans le présent volume.
100. Abel, 25
101. Admis par les auteurs du présent ouvrage qui en parlent.
102. Sur cette notion, voir notamment l'article de R. Belbéoch dans le présent ouvrage.
103. Voir chapitre I.
104. Voir chapitre III
105. Voir Boustany, 11.
106. Voir sa contribution dans cet ouvrage.
107. Boehler, *Le principe*
108. Ibidem
109. Rainaud JM, p. 124
110. Boehler, *Le principe*
111. Nous nous référons ici à l'article de Roger Belbéoch publié dans le présent ouvrage lequel retrace l'histoire de la CIPR.
112. La «démocratie sanitaire» évoquée par Boehler, *Le principe*, 12 n'est pas satisfaisante car elle ne semble viser que la mise en confiance du public afin qu'il accepte le risque. Ce n'est pas seulement l'acceptation du risque qui doit être démocratique mais chacun doit aussi pouvoir se prononcer sur l'acceptabilité.
113. Rainaud J.M., pp. 95 ss
114. Voir l'article de Catherine-Zoï Varfis dans cet ouvrage: pour elle, le principe de précaution en tant que guide de l'action pourrait contribuer à l'établissement d'une telle responsabilité.
115. Toujours dans le même esprit «généraliste», nous renonçons à l'analyse détaillée de ces différentes propositions et à leur compatibilité avec l'ordre juridique actuel.
116. Aucun des Etats affectés par Tchernobyl n'a invoqué une quelconque responsabilité internationale: «Littéralement parlant, du point de vue juridique, l'affaire de Tchernobyl n'en est pas une, parce qu'elle a été traitée comme un cas... d'irresponsabilité internationale pour les dommages catastrophiques!» (P.-M. Dupuy, in *La réparation des dommages catastrophiques*, «Le rôle de l'Etat dans l'indemnisation des dommages castrophiques internationaux», 235)
117. P.-M. Dupuy, in *La réparation des dommages catastrophiques*, «Le rôle de l'Etat dans l'indemnisation des dommages castrophiques internationaux», 240.
118. Boehler, *Le principe*. Voir dans le même sens la «cacophonie» des pays européens en matière d'information et de mesures de protection de leur population lors du passage du nuage de Tchernobyl (Pharabod/Shapira). Pourtant, l'Europe constitue une communauté institutionnalisée, partageant par ailleurs une même source commune pour la spiritualité (chrétienne), la pensée (grecque) et le droit (romain) selon Paul Valery.
119. Rappelant les propos de H. Smets, J. Verhoeven souligne que «l'indemnité obtenue à la suite du désastre de Bhopal n'est acceptable que parce que sont sous-évalués les morts d'un pays pauvre et surpeuplé.» (in *La réparation des dommages catastrophiques*, «Conclusions», 461)
120. Voir J.-M. Rainaud, *AIEA*.
121. In *La réparation des dommages catastrophiques*, «La réparation des dommages castrophiques causés par les activités spatiales», 289.
122. Romy, II, p. 20
123. Auteurs cités par Romy, II, note 89. Pour les interventions des particuliers à un stade originaire, voir Rainaud JM, 90.
124. Voir Romy, I, 8; Bianchi, n° 500.
125. Sur ces questions en droit privé, voir Bianchi, nos 270 ss.
126. *Reflexions*, 22.
127. *James v. Southern California Edison Co.,* No 94-1085-J (S.D. Calif.) analysé dans le *Bulletin de droit nucléaire* 1995, n° 56, pp. 75 ss.
128. Les deux arrêts sont cités par Boehler. Pour l'arrêt du 17.10.95 , voir également *Bulletin de droit nucléaire* 1995, n° 56, pp. 72 ss (Référence de l'arrêt: TMI, n° 94-7599 – 3e Circonscription).
129. Id., p. 24
130. David Wiedis et Donald E. Jose, Bulletin de droit nucléaire 1995, n° 56, pp. 81 ss.
131. Boustany, p. 11

132. Viney, p. 5
133. Boehler, *Le principe* le dit d'ailleurs mais refuse cette conclusion.
134. Rainaud, *Le droit nucléaire.*
135. Voir l'article de Catherine-Zoï Varfis dans cet ouvrage, 10.
136. M.-Cl. Boehler rappelle que la gestion en bon père de famille «correspond à l'obligation imposée à un personnage standard: l'homme raisonnable. Il semble bien que l'obligation de l'exploitant, dans le cas de l'optimisation, lui impose la conduite du «bon père de famille».
137. Il faut se garder ici des oppositions binaires – marques d'idéalisme – telle mécanique ou ordre / chaotique ou désordre. De l'ordre peut sortir le désordre, et du désordre l'ordre, parce que le tout n'est jamais la simple somme des parties. On rappellera simplement le principe fort couru aujourd'hui du *order from noise.*
138. Le politique est, à l'évidence, nettement moins engagé dans les décisions portant sur des activités à effets réversibles ou rencontrant la quasi unanimité des communautés scientifiques (théorie résistant depuis des années voire des siècles avec succès) que dans celles portant sur des effets irréversibles (plus précisément connus actuellement tels), à la dangerosité et à l'ampleur fort controversées par ailleurs. Notre société demeurera scientiste aussi longtemps qu'elle accordera le monopole des jugements de valeurs aux scientifiques, dont le rôle de conseillers est, au demeurant, indispensable.
139. M.-Cl. Boehler le formule à propos de l'attitude «prudente» de la CIPR. Nous pouvons, semble-t-il, l'appliquer a fortiori à l'ensemble des citoyens par le ministère de la démocratie, l'erreur d'appréciation devenant l'erreur de tous, en une manière de solidarité du malheur.
140. Voir concernant ces points, M.-Cl. Boehler dans ce volume.
141. Il y a collusion des exploitants et des organismes de contrôle en France, si l'on en croit Perline (spécial. 20) ou encore J.-P. Pharabod/J.-P. Schapira, 196 ss.; collusion analogue dans le cadre de la CIPR suivant R. Belbéoch (dans le présent ouvrage). Les rétentions d'informations en cas d'accident, elles, semblent courantes: totales pour Kychtym ou Idaho Falls (J.-P. Pharabod/ J.-P. Schapira, 2), partielles en URSS avec Tchernobyl (J.-P. Pharabod/J.-P. Schapira, 129 ss), au même moment aux Etats-Unis sur l'aire expérimentale du Nevada (R. Bertell, 2 ss.) et dans maints pays européens suite à Tchernobyl (J.-P. Pharabod/J.-P. Schapira, 175 ss). Ce dont le respect est difficile à obtenir au plan national, semble plus difficile encore au plan international.
142. Voir M.-A. Hermitte, «Comment gérer le risque génétique» in *L'Empire des techniques*, Seuil, Paris, 1994, 89 ss. (96)
143. M.-Cl. Boehler.
144. Dualisme «kantien» que, notamment, la nécessaire prise en compte des intentions de l'auteur (ou de ses données personnelles) d'un délit en droit pénal relativise très fortement.
145. Si le droit a toujours une dimension pré-éthique («précédant» l'éthique), une portée normative pour les cas à venir, orientant par là les éthos des citoyens, il ne peut remplir son office qu'en produisant des règles dont l'observance soit à la portée de tous les destinataires; en d'autres termes, les normes doivent présenter une certaine commensurabilité avec les comportoments actuels, un degré d'anticipation compatible avec ce que l'on peut raisonnablement, «prudentiellement» attendre des citoyens eu égard à l'état éthique et politique de la société: c'est la dimension post-éthique du droit. Que le droit puisse être simultanément pré-éthique et post-éthique se laisse comprendre suivant le point de vue aristotélicien de l'acte, de l'exercice: l'éthique constitue le milieu d'exercice, d'opération du droit, milieu dans lequel il «baigne», dont il est «imbibé».
146. «L'*éthique* de cette action [l'action en radioprotection], que ses origines grecques définissent comme la recherche d'une bonne «manière d'être» ou la sagesse de l'action, est formulée par la CIPR» (M.-Cl. Boehler); mentionnons pour mémoire le «*bonus pater familias*»
147. La successivité éthique – droit présentée ici n'est que didactique, grossière. Le droit suit certes l'éthique, mais il l'oriente tout aussi bien, ne serait-ce qu'en arbitrant entre des comportements concurrents. Le droit est ainsi pré- et post- éthique, ce qui s'entendra sans paradoxe pour un droit s'exerçant *au sein* d'une éthique.
148. Ce volume.
149. On rappellera le titre de l'ouvrage de J.-P. Pharabod et J.-P. Schapira: *Les jeux de l'atome et du hasard.*

150. N'est-il pas normal, démocratique, qu'en l'absence de pratiques, d'éthos en la matière, le juge assume exemplairement la fonction de *bonus pater familias* ?
151. Pour la catastrophe en elle-même, mentionnons la croissance exponentielle de la puissance nominale (jusqu'à un facteur 100 comme à Tchernobyl (J.-P. Pharabod/J.-P. Schapira, 134, voire un facteur 1000 en une milliseconde selon le GSIEN (Groupement de scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire) in *Livre jaune sur la société du plutonium*, Editions de la Baconnière, Neuchâtel, 1981, 129) du réacteur en quelques secondes ou fractions de seconde et, plus simplement, l'erreur humaine, par définition imprévisible. Pour l'incommensurabilité des conséquences, rappelons, par exemple, que le polonium, produit artificiellement dans le réacteur, est «environ 250 milliards de fois plus toxique que l'acide cyanhydrique, lui-même poison extrêmement violent» (J.-P. Pharabod/J.-P. Schapira, 28); incommensurable aussi le phénomène comme «autopoïétique» de désintégration d'un élément radioactif en de multiples descendants eux-mêmes radioactifs (par exemple R. Bertell, 56 ss.). F. Ramade (246), scientifique très nuancé, qualifie tout de même «d'assez effroyable» le potentiel de pollution d'un réacteur nucléaire, dont la quantité de radionucléides équivaut, en moyenne à «plus de deux cents bombes de type Hiroshima !» Nous tairons la macabre promesse des quelques dizaines de milliers de morts, reconnue même par les organes de contrôle de la sécurité nucléaire (voir par exemple le Rapport Wash 1400 de 1975 dit Rasmussen aux Etats-Unis). L'incommensurabilité de la catastrophe condamne même la rationalité d'une analyse coûts/bénéfices: «la réalité totale du risque n'est jamais prise en considération et [que] le fossé entre le montant assuré et le montant total des dégâts devient de plus en plus grand et constitue à lui seul un risque insupportable.» (M. Wathelet, in *La réparation des dommages catastrophiques*, «Les préoccupations de l'homme politique», 12, qui précise que Three Miles Island a coûté quelque 871 milliards de FF)
152. La réalité est plus problématique encore: devait-on établir quelque analogie avec des accidents connus (incendie, marée noire), on banaliserait alors l'accident nucléaire, nous rendant ainsi commensurables des effets se développant parfois sur des périodes géologiques: 100 000 000 d'années pour que les déchets deviennent inoffensifs (F. Ramade, 248); une telle information ne fait pas sens pour le «bon père de famille»: le droit , même prospectif, le cède à l'oracle.
153. M.-Cl. Boehler.
154. C'est précisément cette pensée qualitative que Descartes visait à réformer. I. Prigogine/I. Stengers ont finement rendu cette inspiration aristotélicienne: «On sait qu'Aristote avait fait du temps la mesure du changement. Mais il avait reconnu la multiplicité qualitative des changements de la nature.» (106)
155. Une telle position, en réclamant une pluralité de points de vue, échappe à la métaphysique de l'univocité de la modernité. La science contemporaine, au rebours, «revient», avec ses propres données et concepts, à une métaphysique de l'analogie.
156. P. Aubenque, *La prudence chez Aristote*, PUF Quadrige, Paris 1993 (1re édition 1963), 34.
157. M.-Cl. Boehler.
158. C. Millon-Delsol, in *Une prudence moderne ?*, «La prudence des Anciens», 11.
159. M. Wathelet, in *La réparation des dommages catastrophiques*, «Les préoccupations de l'homme politique», 4.
160. *La quête inachevée*, Calmann-Lévy, Paris, 1989, 215 ss. (218-219)
161. Ibidem, 218.
162. *Les Notions philosophiques, verbo Probabilité*, 2047.
163. *La quête inachevée*, Calmann-Lévy, Paris, 1989, 218.
164. Ces «autres» portant sur la même réalité, il faut épistémologiquement disposer d'une métaphysique de l'analogie, que le principe de précaution a le grand mérite d'appeler.
165. L. Gillon, in *La réparation des dommages catastrophiques*, «Contraintes et risques technlogiques», 16.
166. In *L'utilisation rationnelle de l'énergie*, cette collection, 1992, 75 ss. Répondant à un même souci d'honnêteté intellectuelle, F. Ramade (254) fait suivre, dans la même veine, la mention de la probabilité d'un accident nucléaire aux Etats-Unis (un accident tous les 200 ans)

d'un bilan de ses conséquences «désastreuses»: plusieurs dizaines de milliers de morts, des milliards de dollars, etc.

167. «A partir du moment où un dommage est irréversible, ne devrait-il pas être évalué beaucoup plus sévèrement que les autres?» demande A. Kiss (in *La réparation des dommages catastrophiques*, Extraits des débats, 52), parfaitement conscient de la nécessité d'une «évaluation qualitative».
168. Dont la fiabilité, eu égard au nombre d'accidents déjà survenus, est très problématique.
169. N. Rouland, 170 et les formules analogues 136, 137, 138, 148-149.
170. Voir spécialement «Un droit venu des Cieux», Chapitre premier de l'ouvrage *Les naissances du droit* par J. Gaudemet, Montchrestien, Paris, 1997, 3 ss. En Mésopotamie, par exemple, du XXIe au XVIIIe siècle, le droit est de manière constante affirmé d'origine divine; mais «Ce législateur divin n'est pas l'un des dieux d'un riche Panthéon, qui se serait vu assigner cette fonction législative. C'est le grand dieu de la ville, «le Père des dieux», qui dit le Droit.» (5) *Ubi societas, ibi ius* reprennent les Romains: droit et groupe (société) sont fondateurs, constitutifs l'un de l'autre.
171. Thémis, fille de la Terre et du Ciel étoilé, épouse de Zeus, dont elle reçoit son inspiration, garantit «l'ordre universel, assurant au Monde discipline, justice et paix» (de ses trois filles selon Hésiode: Economia, Dikê et Eiroéné), Gaudemet, 13. L'interprétation différente de Thémis par H. van Effenterre (Gaudemet, ibidem, note 8) renforce encore la dimension constitutive du droit pour et dans le groupe.
172. «La philosophie du droit», *L'Univers philosophique*, PUF, Paris, 1989, p. 174. Le droit-commandement, dans la mesure où son inspiration est apriorique, ne pourvoit pas nécessairement les réalités sociales d'ordre; sa commensurabilité n'est, épistémologiquement, qu'accidentelle.
173. L'histoire des accidents nucléaires l'a révélé sans ambages, voir J.-P. Pharabod/J.-P. Schapira.
174. Dans la filière à neutrons rapides, la fusion du réacteur n'interrompt pas la réaction, celle-ci étant basée sur la concentration de matière fissile; l'hypothèse la plus *prudente* (parce que fondée sur l'expérience) est la dispersion explosive du combustible!
175. J. Rossiaud, cet ouvrage.
176. C'est pourquoi l'ampleur maximale, en rendant d'une certaine manière commensurable l'accident nucléaire, est un élément essentiel de la décision démocratique en matière d'électronucléaire.
177. Sagesse de Côte-d'Ivoire.
178. N. Rouland, 149. Après avoir montré, avec maintes nuances, les inconnues et incommensurabilités nombreuses de l'exploitation nucléaire, B. et R. Belbéoch concluent: «Les sociétés humaines ne peuvent vivre sans droit à l'erreur. La société nucléaire n'autorise aucune erreur compte tenu de la gravité des conséquences d'un accident majeur. Pour cette société, l'erreur ne peut être tolérée que si des contraintes autoritaires sont mises en place pour en gérer les conséquences.»
179. J. Chevallier, «L'ordre juridique», in *Le droit en procès*, PUF, Paris 1983, 40.
180. B. et R. Belbéoch, cet ouvrage.
181. «Le concept de responsabilité, in *Esprit*, novembre, 1994, 47.
182. B. Constant, *Principes de politique applicables à tous les gouvernements*, in *Œuvres*, La Pléiade, Gallimard, Paris, 1957, 1104.

BIBLIOGRAPHIE

ABEL, O., «La responsabilité incertaine», in *Esprit*, novembre 1994, pp. 20 ss (cité: Abel).

ARISTOTE, *Ethique à Nicomaque*, traduction Tricot, Vrin, Paris, 1990.

BERTELL, R., *Sans danger immédiat? L'avenir de l'humanité sur une planète radioactive*, Editions la pleine lune, Québec, 1988.

BIANCHI F., Pollution atmosphérique et droit privé, Thèse, Lausanne 1989. (cité: Bianchi).

BOEHLER M.-Cl., «Le principe de précaution et la radioprotection», dans le présent ouvrage (cité: Boehler, *Le principe)*; «Réflexions sur la responsabilité et l'accident radiologique ou nucléaire: les cas des accidents de Goiania, Forbach, Three Mile Islan et Tchernobyl», in *Bulletin de droit nucléaire*, 1997, pp. 15 ss (cité: Boehler, *Reflexions*).

BOUSTANY K., «La normativité nucléaire: Quelques réflexions», in *Bulletin de droit nucléaire*, 1993, n° 51, pp. 7 ss (cité: Boustany).

Collectif, *Les Notions Philosophiques*, Dictionnaire (2 vol.), PUF, Paris, 1990.

Collectif, *La réparation des dommages catastrophiques. Les risques technologiques majeurs en droit international et en droit communautaire*, Bruylant, Bruxelles, 1990.

Collectif, *Une prudence moderne ?*, Institut La Boétie, PUF, Paris, 1992.

DEBIEUX C., *La responsabilité civile des exploitants d'installations nucléaires et sa couverture,* Thèse, Fribourg, 1987 (cité: Debieux).

DESCARTES, R., *Œuvres et lettres*, Gallimard, La Pléiade, Paris, 1953.

ECO, U., *Sémiotique et philosophie du langage*, PUF, Paris, 1988.

ENGEL L., «Vers une nouvelle approche de la responsabilité, le droit français face à la dérive américaine», in *Esprit,* juin 1993, p. 7 (cité: Engel).

LE MOIGNE, J.-L., *La théorie du système général,* PUF, Paris, 1990.

LOCHARD J., GRENERY-BOEHLER M.-Cl., «Les bases éthiques et juridiques du principe d'optimisation de la radioprotection», in *Bulletin de droit nucléaire,* 1997, n° 59, pp. 9 ss (cité: Lochard/Grenery, *Les bases*).

MORIN, E., *Science avec conscience*, Fayard et Seuil, Paris,1982 et 1990.

PAPAUX, A., WYLER, E., *L'éthique du droit international*, PUF, Paris,1997.

PERLINE, *Tout nucléaire : une exception française*, L'esprit frappeur, Paris,1997.

PHARABOD, J.-P., SCHAPIRA, J.-P., *Les jeux de l'atome et du hasard*, Calmann-Lévy, Paris, 1988.

POPPER, K. R., *La logique de la découverte scientifique*, Payot, Paris, 1990.

PRIGOGINE, I., STENGERS, I., *La nouvelle alliance*, Gallimard, Paris, 1990.

RAINAUD A., «Introduction à la problématique juridique de la radioprotection», dans le présent ouvrage (cité: Rainaud)

RAINAUD J.-M., *Le droit nucléaire,* PUF, Paris, 1994 (cité: Rainaud J.M.); «L'Agence internationale atomique pour l'énergie atomique de Vienne (AIEA)» dans le présent ouvrage (cité: Rainaud, *AIEA*).

RAMADE F., *Les catastrophes écologiques*, McGraw-Hill, Paris, 1987.

RICŒUR P., «Le concept de responsabilité. Essai d'analyse sémantique», in *Esprit,* novembre 1994, pp. 28 ss (cité: Ricœur).

ROMY I., «L'européanisation du droit de la responsabilité civile pour les dommages de pollution», article à paraître (cité: Romy, *Responsabilité*); «Mise en œuvre de la protection de l'environnement. Des *citizen suits* aux solutions suisses», Fribourg, 1997 (cité: Romy, I); «Litiges de masse. Des *class actions* aux solutions suisses dans le cas de pollutions et de toxiques» (cité: Romy, II).

ROULAND, N., *Anthropologie juridique*, PUF, Paris, 1988.

TERCIER P., «L'indemnisation des préjudices causés par des catastrophes en droit suisse», in *Revue de droit suisse,* 1990, 93 ss (Cité: Tercier).

VINEY G., «De la responsabilité personnelle à la réparation des risques», in *Archives de philosophie du droit,* 1977 (cité: Viney).

Jugement du Tribunal Permanent des Peuples

Juges du Tribunal: François Rigaux, président du TPP, professeur, Droit international, Louvain-la-Neuve, Belgique; Elmar Altvater, professeur, Economie, Université libre de Berlin; Freda Meissner-Blau, présidente d'Ecoropa, Vienne; Surendar Gadekar, physicien nucléaire, Vedcchi, Inde; Corinne Koumar, sociologue, Conseil des droits de la personne des femmes d'Asie, Tunis; Mitsuo Okamoto, professeur, Etudes de la paix, Université Shuo, Hiroshima.

LE TRIBUNAL CONDAMNE

l'Agence Internationale pour l'Energie Atomique (AIEA), les commissions nationales pour l'énergie atomique, les gouvernements qui les soutiennent et les financent au nom des intérêts de l'industrie nucléaire:

- pour s'efforcer de promouvoir l'énergie nucléaire par le mensonge, l'intimidation et l'utilisation non éthique du pouvoir de l'argent;
- pour leurs tentatives de supprimer toutes formes de sources d'énergies alternatives, renouvelables et soutenables;
- pour leurs violations des droits les plus fondamentaux des victimes des accidents nucléaires, y compris leur revictimisation et le déni arrogant de leurs souffrances;
- pour la persévérance dans une attitude arrogante de déni des souffrances des personnes jusqu'à/et pendant la séance de clôture de sa dernière conférence à Vienne, le 12 avril 1996.

la Commission Internationale de Protection contre la Radiations (CIPR), dont la politique est clairement inspirée par la promotion de l'industrie nucléaire, alors qu'elle devrait tendre à la protection des victimes potentielles.

LE TRIBUNAL BLÂME

ceux qui, dans la communauté scientifique, ne se lèvent pas pour défendre l'honneur de leur profession face aux pressions des nucléocrates, et qui observent un silence assourdissant, malgré les fortes preuves scientifiques attestant la nature omnicide de l'entreprise nucléaire.

RECOMMANDATIONS ET PROPOSITIONS

La mission du Tribunal est de donner une voix aux victimes et à la défense de leurs droits humains.

La déclaration de la Conférence de l'AIEA, à Vienne du 12 au 15 avril 1996, selon laquelle la catastrophe de Tchernobyl a causé 32 morts, constitue une offense aux milliers de victimes. Elle scandalise le public informé, ainsi que la communauté scientifique du monde. Il s'agit d'une tentative de plus de l'AIEA pour dénier et cacher la réalité des destructions et dommages causés par Tchernobyl, afin de pouvoir continuer à développer et à installer des centrales nucléaires dans le monde entier.

En ce qui concerne les droits humains des victimes, le Tribunal recommande:

- d'abandonner immédiatement les propositions actuelles d'alléger les normes de protection contre les radiations en ce qui concerne les terres et les aliments contaminés, afin de pouvoir reloger les personnes

dans des zones contaminées et rendre des sols contaminés à l'agriculture;

- de publier dans le monde entier les souffrances des victimes, et de faire évaluer et de répondre aux appels pour une assistance médicale, économique et sociale pour les pays et personnes affectées par du personnel médical indépendant. Le personnel technique de l'AIEA, mandaté pour promouvoir l'énergie nucléaire, ne peut pas être considéré comme compétent à cet effet;
- de réduire immédiatement les normes admissibles d'exposition aux rayonnements pour le personnel et pour la population, afin de mettre en accord les normes de radiations – au moins en ce qui concerne les cancers mortels – avec les normes moyennes, couramment pratiquées en toxicologie et en médecine du travail, en ce qui concerne les polluants chimiques.

Le Tribunal est arrivé à la conclusion unanime que la promotion et la prolifération de la technologie nucléaire ne doit pas se poursuivre et que l'une des principales raisons pour la sécurité insuffisante du matériel de fission est l'incompatibilité entre la promotion et le contrôle, à l'AIEA et dans toutes les Commissions nationales pour l'énergie atomique. Le contrôle s'exerce de mauvais cœur, étant donné que la priorité va à la promotion. Le matériel nucléaire et les installations dangereuses ont besoin de mesures de contrôle bien plus sévères que celles qui sont actuellement pratiquées.

C'est pourquoi:

- l'industrie nucléaire doit être interdite pour l'usage civil et militaire,
- le mandat actuel de l'AIEA pour promouvoir cette technologie doit lui être retiré par les Nations Unies et un nouveau mandat doit être élaboré, afin d'assurer:
  - un fonctionnement responsable et un arrêt systématique des réacteurs fonctionnant actuellement,
  - la surveillance des déchets radioactifs,
  - le démantèlement sûr des réacteurs arrêtés,
  - le contrôle rigoureux du matériel fissile,
  - la compensation des victimes de l'industrie nucléaire,
  - la réhabilitation des dommages radioactifs à l'environnement.

Le Tribunal préconise des sources d'énergie décentralisées et renouvelables, qui respectent les limites et les besoins des personnes, qui ne causent pas d'anxiété et qui prennent en compte la phase terminale de leur usage dans une société démocratique et décentralisée.

Pour cette raison, le Tribunal recommande de:

- refondre l'AIEA en une Agence Internationale pour l'Energie Alternative, pour promouvoir des énergies renouvelables;
- mettre en œuvre la résolution de l'Agenda 21 de Rio, visant à créer une Cour Internationale pour l'Environnement, où des problèmes concernant les pollutions transnationales pourraient être abordés;
- expérimenter des modèles de démocratie, fonctionnant au dessus du niveau des Etats-Nations et des limites actuelles, fixées par l'Etat pour la participation aux prises de décision, y compris des ONG;
- élaborer des stratégies comprenant une analyse et une perspective féminines sur la santé et la sécurité, et incluant vraiment le souci des droits des générations futures au maintien d'un environnement et d'un patrimoine génétique sains;
- intégrer, dans la Charte de la future Cour Internationale de l'Environnement, la reconnaissance des droits des ONG et des individus à introduire des plaintes contre les pollueurs.

Association pour l'Appel de Genève (APAG)

Fondée en 1978

COMMUNIQUÉ DE PRESSE DU 19 JUIN 1997

L'APAG, issue de l'Appel de Genève contre la société du plutonium lancé en 1978 qui a recueilli 50 000 signatures en Europe occidentale, se réjouit vivement de la décision que vient de prendre le Gouvernement français de fermer la Centrale à neutrons rapides Superphénix de Creys-Malville.

Voici quelque vingt ans déjà que, à la suite de plusieurs autres manifestes, dont la Lettre ouverte de novembre 1976 signée par quelque 1300 ingénieurs, physiciens et techniciens travaillant dans la région genevoise, notamment au CERN, et la Première Déclaration du Groupe de Bellerive du 3 octobre 1977, l'APAG dénonce les aléas inhérents à la filière surgénératrice au plutonium dont le Superphénix devait être une tête de pré-série industrielle: risque technologique majeur infiniment plus considérable que celui des centrales à l'uranium enrichi susceptible de rendre durablement inhabitable toute une région comme à Tchernobyl, course à la puissance et à la démesure tournant délibérément le dos aux économies d'énergie, aux technologies douces et à la protection de l'environnement, investissement financier gigantesque n'induisant qu'un très petit nombre d'emplois...

Voici dix ans déjà que l'APAG et d'autres associations suisses puis françaises dont le WWF-Suisse et CONTRATOM ont engagé un contentieux administratif auprès des juridictions françaises compétentes, y compris le Conseil d'Etat français, contre le redémarrage puis le fonctionnement de la Centrale Superphénix de Creys-Malville. Au fil des mois et des années qui ont suivi, nombre d'associations, de communes et de villes suisses se sont jointes à ces procédures cependant que l'Etat de Genève lançait un contentieux parallèle contre Superphénix comme l'article antinucléaire de la Constitution genevoise lui en fait le devoir. Aussi bien la majorité antinucléaire de l'opinion publique de la Suisse romande ne peut que se réjouir avec l'APAG de l'abandon du Superphénix.

L'APAG attend désormais du Gouvernement français qu'il renonce également au retraitement des combustibles nucléaires usés à l'usine de La Hague dont la seule justification sérieuse résidait dans le lancement de la filière surgénératrice au plutonium. L'usine de La Hague présente les mêmes aléas sus-mentionnés que le Superphénix avec, en prime, une contamination radioactive insidieuse du Cotentin et de l'environnement marin menaçant gravement la santé des consommateurs de poissons et fruits de mer de la Manche et de la Mer du Nord.

BIBLIOGRAPHIE

Association pour l'Appel de Genève - Geneva Appeal Association, ouvrage collectif *Livre jaune sur la société du plutonium – Yellow Book on the Plutonium Society*, La Baconnière, Neuchâtel, 1981, pp. 52-57.

RENS, Ivo, «Genève contre Malville, Contribution à l'histoire d'un mouvement antinucléaire», in *Stratégies énergétique, Biosphère & Société*, Georg, Genève, 1995, pp. 121-132.

RÉFLEXION

François Quesnay (1694-1774), fondateur méconnu de l'économie multidimensionnelle

Jean-Paul MARÉCHAL

Contrairement à une opinion martelée par la pensée économique libérale, la science économique ne se ramène pas à l'étude des phénomènes de marché et encore moins à l'affirmation de la supériorité de ce mode d'organisation sur toute forme alternative de lutte contre la rareté. En fait, au sein de la recherche en science économique, deux approches s'opposent, l'une, «formaliste» (aujourd'hui dominante), définit l'économie par son concept et applique aux sociétés non modernes sa conception de la rationalité et l'autre, «substantive», «proteste qu'une telle attitude détruit ce qui est réellement l'économie comme donnée objective universelle, soit en gros les manières et les moyens de la subsistance des hommes»[1]. Ce qui sépare ces deux tendances, ce n'est pas, comme on le répète trop souvent, que la seconde refuse de reconnaître l'excellence de la loi de l'offre et de la demande pour parvenir à certains résultats, c'est que la première prétend pouvoir étendre la logique mécaniste du marché à des phénomènes hors marché (homme et environnement)[2] alors que la seconde prend acte de la pluralité des logiques qui gouvernent les conduites dites économiques.

La question de l'environnement se situe au coeur de ce débat dans la mesure où les limites de la pensée néoclassique face au problème de la destruction du milieu résultent non pas d'un déficit de recherches, mais de son incapacité méthodologique à intégrer une logique de fonctionnement, celle de la biosphère, étrangère au mode de régulation du marché. Outre sa dimension concrète, la question de l'environnement pose donc un problème épistémologique, à savoir un problème de définition du domaine de validité des énoncés à caractère scientifique. Cette difficulté est de plus redoublée par le dédain d'un grand nombre d'économistes pour l'histoire de la pensée économique, dédain qui se traduit par l'opinion selon laquelle la science économique serait née avec la parution, en 1776, de *La Richesse des Nations* d'Adam Smith. Le choix d'une telle date conduit à classer sous le label infamant de «pré-scientifiques» des auteurs aussi fondamentaux que Boisguilbert, Richard Cantillon, Anne Robert Jacques Turgot ou François Quesnay.

Fils d'un laboureur (et non d'un avocat comme l'a prétendu une légende tenace), ce dernier fit une brillante carrière de médecin-chirurgien. Auteur notamment d'un traité sur la saignée, secrétaire général de l'Académie de Chirurgie, l'économie politique fut pour lui un violon d'Ingres, certes passionnément chéri, mais auquel il ne s'adonna que sur le tard. Madame de Pompadour, en se l'attachant comme médecin attitré et en le faisant nommer premier médecin ordinaire du Roi, s'attira, comme l'écrit plaisamment Joseph Schumpeter, «la reconnaissance éternelle des économistes»[3]. C'est seulement à partir des années 1750 que François Quesnay rédigea les premiers textes qui allaient fonder la *Physiocratie,* doctrine grâce à laquelle la postérité devait retenir son nom[4].

C'est sur l'apport de François Quesnay à l'analyse économique contemporaine des

problèmes d'environnement que nous voudrions nous arrêter ici. Trois concepts présents dans son œuvre nous paraissent pour ce faire d'une importance capitale: l'*ordre naturel,* le *droit naturel* et le *circuit économique* dont l'existence est conditionnée par le *produit net.*

I. L'ORDRE NATUREL

Pour François Quesnay, Dieu a institué des règles immuables pour la formation et la conservation du monde. Ces lois, qu'une analyse superficielle de certaines de leurs manifestations pourrait conduire à juger négativement ont en fait été instaurées pour le bien de l'homme. «Si on examine ces règles avec attention, écrit François Quesnay, on apercevra au moins que les causes *physiques*, du mal *physique* sont elles-mêmes les causes des biens *physiques,* que la pluie, qui incommode le voyageur, fertilise les terres; et si on calcule sans prévention, on verra que ces causes produisent infiniment plus de bien que de mal, et qu'elles ne sont instituées que pour le bien; que le mal qu'elles causent incidemment résulte nécessairement de l'essence même des propriétés par lesquelles elles opèrent le bien»[5]. En effet, «d'autres lois auraient d'autres propriétés essentielles, vraisemblablement moins conformes à la perfection à laquelle l'Auteur de la nature a porté son ouvrage; celles qu'Il a instituées sont justes et parfaites dans le plan général, lorqu'elles sont conformes à l'ordre et aux fins qu'Il s'est proposées»[6]. Tout gouvernement doit donc s'efforcer de connaître les lois naturelles et de les faire respecter.

Une page de l'article consacré au droit naturel résume la position du père de la Physiocratie sur le sujet. «Les lois naturelles, écrit en effet notre auteur, sont ou physiques ou morales.

On entend ici par loi physique *le cours réglé de tout événement physique de l'ordre naturel évidemment le plus avantageux au genre humain.*

On entend ici par loi morale *la règle de toute action humaine de l'ordre moral conforme à l'ordre physique évidemment le plus avantageux au genre humain.*

Ces lois forment ensemble ce qu'on appelle *la loi naturelle.* Tous les hommes et toutes les puissances humaines doivent être soumis à ces lois souveraines, instituées par l'Etre Suprême; elles sont immuables et irréfragables, et les meilleures lois possibles; par conséquent la base du gouvernement le plus parfait et la règle fondamentale de toutes les lois positives; car les lois positives ne sont que des lois de manutentions relatives à l'ordre naturel évidemment le plus avantageux au genre humain.

Les lois positives sont des *règles authentiques établies par une autorité souveraine, pour fixer l'ordre de l'administration du gouvernement, pour assurer la défense de la société, pour faire observer régulièrement les lois naturelles, pour réformer ou maintenir les coutumes et les usages introduits dans la nation, pour régler les droits particuliers des sujets relativement à leurs différents états, pour déterminer l'ordre positif dans les cas douteux réduits à des probabilités d'opinion ou de convenance, pour asseoir les décisions de la justice distributive.* Mais la première loi positive, la loi fondamentale de toutes les autres lois positives, est *l'institution de l'instruction publique et privée des lois de l'ordre naturel,* qui est la règle souveraine de toute législation humaine et de toute conduite civile, politique, économique et sociale»[7].

La connaissance de l'ordre naturel est donc fondamentale à la bonne marche de la nation. François Quesnay y revient dans ses *Maximes générales du gouvernement économique d'un royaume agricole* lorsqu'il recommande «*que la nation soit instruite des lois générales de l'ordre naturel qui constituent le gouvernement évidemment le plus parfait.* L'étude de la jurisprudence humaine ne suffit pas pour former les hommes d'Etat; il est nécessaire que ceux qui se destinent aux emplois de l'administration soient assujettis à

l'étude de l'ordre naturel le plus avantageux aux hommes réunis en société»[8]. Une telle proposition, reprise par exemple dans *Despostisme de la Chine* [9], n'est pas sans rappeler celle de Thomas Robert Malthus selon laquelle il convenait, face à la croissance qu'il jugeait excessive de la population humaine relativement à la production de nourriture, non de jeter l'opprobre sur les classes les plus défavorisées (même s'il devait aussi recommander de lier l'assistance à la honte[10]) mais de les instruire de «quelques-uns des principes les plus simples de l'économie politique»[11].

La fonction du politique est donc de connaître les lois naturelles afin de les transposer dans l'ordre juridique. Poursuivant son raisonnement sur l'intrinsèque bonté des lois naturelles, François Quesnay avertit qu'«il faut [...] bien se garder d'attribuer aux lois physiques les maux qui sont la juste et inévitable punition de la violation de l'ordre même des lois physiques instituées pour opérer le bien. Si un gouvernement s'écartait des lois naturelles qui assurent les succès de l'agriculture, oserait-on s'en prendre à l'agriculture elle-même de ce que l'on manquerait de pain, et de ce que l'on verrait en même temps diminuer le nombre des hommes, et augmenter celui des malheureux ? Les transgressions des lois naturelles sont les causes les plus étendues et les plus ordinaires des maux physiques qui affligent les hommes»[12].

La connaissance par tous de la loi naturelle étant donc nécessaire à l'élaboration des lois positives, l'autonomie du politique, donc du monarque, s'en trouve singulièrement réduite. Cela ne signifie pas pour autant que les pouvoirs du despote soient ou devraient être juridiquement limités. Comme l'écrit Michel Foucault, «les Physiocrates [...] avaient plutôt tendance, par méfiance du droit et de l'institution juridique, à chercher [...] [la] régulation [de la politique gouvernementale] dans la reconnaissance, par un despote au pouvoir institutionnellement illimité, des lois «naturelles» de l'économie s'imposant à lui comme vérité évidente»[13]. On ne peut donc que partager l'analyse de Louis Dumont selon laquelle le «despote légal» que les Physiocrates appellent de leurs vœux (et qu'ils croient avoir trouvé dans une Chine qui est plus une région de leur cerveau qu'une région du monde) «est en réalité un roi fainéant, tenu en lisière par les commandements de la loi naturelle»[14]. En renvoyant ainsi dos à dos le relativisme historique d'un Montesquieu et une certaine conception absolutiste de la monarchie, François Quesnay cristallisera sur son œuvre tant la suspicion des libéraux progressites que l'opposition résolue des royalistes les plus conservateurs.

II. LE DROIT NATUREL

Mais, au sein de cet ordre naturel, l'homme possède un droit naturel que François Quesnay définit dans un premier temps et de manière très générale comme «*le droit que l'homme a aux choses propres à sa jouissance*»[15]. Il précise quelques pages plus loin que «le droit naturel des hommes diffère du droit *légitime* ou du droit décerné par les lois humaines, en ce qu'il est reconnu avec évidence par les lumières de la raison, et que par cette évidence seule, il est obligatoire indépendamment d'aucune contrainte; au lieu que le droit *légitime* limité par une loi positive, est obligatoire en raison de la peine attachée à la transgression par la sanction de cette loi, quand même nous ne la connaîtrions que par la simple indication énoncée dans la loi»[16].

Toutefois, ce droit naturel ne peut être le droit de «tous à tout»[17]. En effet, même dans l'état de pure nature, seul le travail permet à l'homme de se procurer une partie des biens produits par la nature. Le droit de tous à tout n'est en fait qu'un idéal «semblable au droit de chaque hirondelle à tous les moucherons qui voltigent dans l'air, mais qui dans la réalité se borne à ceux qu'elle peut saisir par son travail ou ses recherches ordonnées par le besoin»[18]. Le droit naturel de chaque homme

doit donc être considéré simultanément dans l'ordre de la nature et dans l'ordre de la justice. «Dans l'ordre de la nature il est indéterminé tant qu'il n'est pas assuré par la possession actuelle; et dans l'ordre de la justice il est déterminé par une possession effective de droit naturel, acquise par le travail, sans usurpation sur le droit de possession d'autrui»[19]. Dit autrement, «chacun a le droit naturel de faire usage avec reconnaissance de toutes les facultés qui lui ont été départies par la nature, dans les circonstances où elle l'a placé, sous la condition de ne nuire ni à soi-même ni aux autres: condition dans laquelle personne ne serait assuré de conserver l'usage de ses facultés ou la jouissance de son droit naturel»[20].

Ainsi, le doit naturel de chaque homme se réduit dans les faits aux choses qu'il peut se procurer par son travail[21] tandis que son extension est conditionnée par l'obervation des meilleures lois positives possibles. Comme l'écrit en effet François Quesnay, «*le droit naturel* de chaque homme *s'étend à raison de ce que l'on s'attache à l'observation des meilleures lois possibles qui constituent l'ordre le plus avantageux aux hommes réunis en société*» [22].

Il apparaît donc que le droit naturel est purement économique et qu'un bon système politique est celui qui assure un ordre économique parfait.

Comme le fait remarquer Louis Salleron, «c'est le droit *réel* et non pas le droit *personnel* qui intéresse Quesnay. C'est de la *matière* sur laquelle s'exerce la *propriété* qu'il tirera sa doctrine. Sa philosophie de l'*être* s'enracine dans une philosophie de l'*avoir*» [23].

Si, pour François Quesnay la sûreté de la propriété privée est le fondement essentiel de l'ordre économique[24], notre auteur ne se limite pas, loin de là, à une approche juridique de la vie économique. En effet, pour lui, l'économie est également régie par des lois naturelles qui se manifestent sous la forme d'un *circuit*, circuit qui va être présenté dans le célèbre *Tableau économique* imprimé pour la première fois en 1758 (et dont on prétend que Louis XV aurait corrigé les épreuves).

III. LE TABLEAU ÉCONOMIQUE

Dans le sillage de Boisguilbert et Cantillon[25], mais avec une finesse d'analyse supérieure, François Quesnay représente dans ce texte l'économie comme un domaine cohérent de nature systémique et s'inspire pour cela de la découverte, presque un siècle et demi plus tôt par William Harvey, du mécanisme de la petite et de la grande circulation sanguine[26]. L'économie y est vue comme une «machine régénératrice» qu'il s'agit de «disséquer [...] [afin] d'en découvrir l'organisation par la démonstration anatomique de toutes ses parties et par le développement de leurs entrelacements, de leur connexion et du concours de leur action mutuelle»[27]. L'analogie médicale est également présente par exemple chez Turgot qui écrit que l'«on a grande raison de comparer [...] *la circulation de l'argent,* cette circulation utile et féconde qui anime tous les travaux de la société, qui entretient le mouvement et la vie dans le corps politique [...] à la circulation du sang dans le corps animal»[28].

François Quesnay divise la société en trois classes: la classe productive (composée essentiellement[29] de fermiers), la classe des propriétaires (de la terre) et la classe stérile (qui est composée de tous les citoyens occupés à d'autres travaux que ceux de l'agriculture)[30] et relie celles-ci par des flux de matière et de monnaie. Le tableau[31] (fig. 1) qu'il élabore ainsi peut être représenté de façon plus moderne sous la forme d'un circuit (fig. 2) ou encore d'un tableau entrées-sorties de Leontief (tableau).

La double circulation réelle et monétaire peut être résumée de la façon suivante[32]. La production brute de l'agriculture est de 5 milliards. Les coûts de production nécessaires pour parvenir à ce chiffre sont de 3 milliards, 2 milliards étant consacrés aux «avances annuelles», autrement dit au capital circulant (salaires des travailleurs agricoles[33], semences et autres dépenses annuelles régulières) dont le taux de reproduction est donc de 250 % et 1 milliard à l'achat à la classe stérile

(aux artisans) de biens de production destinés à remplacer le capital fixe usé au cours de l'année. Ainsi, avec un apport de 3 milliards la terre fournit un produit brut de 5 milliards. La différence (2 milliards) est nommée «produit net»; c'est le «don gratuit» de la nature, fondement du système physiocratique. Ces 2 milliards sont versés sous forme de rente aux propriétaires de la terre qui en utilisent 1 milliard pour acheter des produits agricoles et 1 milliard pour acheter des biens et des services à la classe stérile. Cette dernière qui a donc reçu 2 milliards (un de la classe productive et un des propriétaires) les dépense dans des achats à la classe productive: 1 milliard servant à payer ses achats de produits alimentaires et l'autre milliard étant consacré à la reconstitution des avances de la période suivante.

Le *Tableau économique* a fait l'objet de nombreuses interprétations parfois contradictoires.

Ainsi, pour Joseph A. Schumpeter, le *Tableau économique* n'est pas la clef de voûte de l'œuvre de François Quesnay «mais une pièce surajoutée que l'on peut détacher du reste – étant peinte pour ainsi dire sur une autre toile. Ce que Quesnay décrit, c'est le flux de dépenses et de produits entre les classes sociales, lesquelles jouent ici le rôle d'acteurs sur la scène économique – ce qu'elles ne font pas dans le reste de son œuvre.[34]» Pour Jean Cartelier en revanche, la présence des classes sociales dans le *Tableau économique* revêt une importance fondamentale. Le *Tableau* serait en effet un «coup de génie» par lequel François Quesnay ferait apparaître la domination de la propriété foncière «comme l'effet naturel de la productivité exclusive de l'agriculture» et réussirait ainsi le tour de force d'«enlever à la classe dominante tout caractère féodal et à la faire apparaître ainsi que le Souverain, essentiellement comme le rouage central de la vie économique»[35]. De son côté, Louis Dumont voit (et ce n'est pas contradictoire avec l'interprétation schumpétérienne) dans le *Tableau économique* «l'image de l'idéal»[36], c'est-à-dire d'un agir humain en accord avec la loi naturelle ainsi qu'une mise en garde des conséquences fâcheuses qui pourraient résulter de toute transgression de celle-ci.

La richesse d'interprétation à laquelle donne lieu la contextualisation historique du *Tableau économique* se retrouve dans l'identification de sa descendance théorique.

Certains auteurs tels que Joseph A. Schumpeter ou Claude Jessua voient dans cette présentation de l'activité économique la première esquisse de l'équilibre général. L'auteur de l'*Histoire de l'analyse économique* écrit en effet que «le *tableau* de Cantillon-Quesnay représente la première méthode que l'on ait jamais imaginée pour donner une idée *explicite* de la nature de l'équilibre économique»[37] et que «Quesnay identifie l'équilibre général, c'est-à-dire l'équilibre de l'économie considérée dans son ensemble, par opposition à l'équilibre de chacun de ses petits secteurs particuliers»[38]. Quant à Claude Jessua, même s'il refuse de pousser trop loin les ressemblances entre Léon Walras et François Quesnay, il n'en souligne pas moins que «ramener les millions de relations qui s'établissent entre des millions d'agents économiques aux quelques flux qui importent entre trois groupes d'agents convenablement choisis, ce n'était pas seulement réaliser une remarquable simplification, c'était surtout faire un pas de géant vers l'étude et l'intelligence des interdépendances économiques. C'est en ce sens que Quesnay peut être considéré comme annonçant l'œuvre future de Walras.[39]»

Un économiste tel que Frédéric Poulon, qui oppose une approche «ensembliste» à une approche «systémique» de l'économie – la première ramenant l'économie à l'ensemble des éléments qui la constituent et la seconde la considérant comme un tout formé de parties en interaction – voit au contraire dans l'œuvre de François Quesnay le fondement de la seconde et fait ainsi du père de la Physiocratie le précurseur des analyses marxienne et keynésienne[40].

Mais, au-delà même des débats sur son inscription historique, le *Tableau économique* se révèle d'une importance méthodologique capitale dans le domaine de l'économie de l'environnement en raison de la dichotomie qu'il opère entre production et création de richesses. Comme l'écrit François Quesnay lui-même, «il faut distinguer une *addition* de richesses réunies, d'avec une *production* de richesses, c'est-à-dire, une augmentation, par *réunion* de matières premières, et de dépenses en consommation de choses qui existaient avant cette sorte d'augmentation, d'avec une *génération,* ou création de richesses, qui forment un renouvellement et un accroissement *réel* de richesses renaissantes»[41].

Seule la nature aidée par l'homme est donc source de richesse, cette dernière apparaissant, pour reprendre la formule liturgique, comme le «fruit de la terre et du travail des hommes». François Quesnay n'a donc rien de l'écologiste radical avant la lettre que l'on a parfois voulu en faire. Pour lui «les productions de la terre ne sont pas des richesses par elles-mêmes, [...] elles ne sont des richesses qu'autant qu'elles sont nécessaires aux hommes et qu'autant qu'elles sont commerçables»[42]. Ainsi, «l'air que nous respirons, l'eau que nous puisons à la rivière, et tous les autres biens ou richesses surabondantes et communes à tous les hommes ne sont pas commerçables: ce sont des biens et non des richesses»[43]. Les richesses sont donc, parmi les biens, ceux dont la valeur d'usage est la plus élevée, cette valeur d'usage supérieure se traduisant par une haute valeur d'échange. Et «c'est ainsi, comme l'écrit Louis Dumont, que l'on passe chez Quesnay, de la loi physique à la loi morale»[44].

***

L'extrême originalité de la pensée de François Quesnay réside donc dans le double mouvement simultané auquel elle procède, d'«isolement» du «domaine économique» et d'«encastrement» de celui-ci dans l'ordre du monde. En effet, le personnage central de la «Secte des Economistes» est le premier penseur à concevoir clairement la «catégorie économique» et à la définir dans une perspective holiste comme un tout cohérent formé de parties en interrelation (c'est-à-dire comme ce que l'on nomme aujourd'hui un système). Toutefois, cette perspective n'est pas, comme on l'a vu, élaborée de l'intérieur du champ économique mais au contraire par un décentrement du regard, par une projection sur ce champ d'une conception générale de l'univers comme un tout ordonné. Ainsi que l'analyse Louis Dumont, «la cohérence du domaine [économique] est "explicitement formulée" pour la première fois, non pas par quelqu'un qui l'arrache à la politique, à la moralité, à la religion, mais au contraire par un homme qui raisonne à partir de la cohérence globale du monde, y compris les affaires humaines et morales, et qui en déduit la cohérence *conditionnelle* du domaine particulier»[45].

Toutefois, le mouvement d'«isolement» devait rapidement l'emporter sur celui d'«encastrement». Ainsi que le résume Michel Foucault dans son cours sur la «gouvernementalité», «le terme "économie" désignait au XVIe siècle une forme de gouvernement, au XVIIIe siècle il désignera un niveau de réalité, un champ d'intervention»[46]. Extrémisant cette tendance autarcique, la pensée économique développera une cohésion interne, une rationalité mécaniste qui trouvera sa formulation canonique avec la notion d'équilibre général, notion qu'elle finira par imposer comme unique norme de rationalité. Ainsi que le déclare Gérard Debreu, «la supériorité de l'économie libérale est incontestable et mathématiquement démontrable, en utilisant des modèles informatiques, qui sont parfaitement maîtrisés»[47]. Au sein d'un tel cadre de référence, les problèmes concrets tels que par exemple le chômage ou la pollution ne sont jamais analysés qu'en tant que défauts d'allocation des ressources susceptibles d'être corrigés par une extension de la logique du marché (flexibilité des salaires, taxation pigouvienne).

Dans le domaine de l'environnement[48], une telle démarche se heurte cependant à l'incapacité des instruments qu'elle permet de concevoir (internalisation, règle de Hartwick-Solow)[49] à apporter une solution tant aux problèmes posés par la mise en danger des mécanismes de régulation des écosystèmes, voire de la biosphère, qu'à ceux liés à l'épuisement des ressources naturelles.

La conception d'une grille d'analyse alternative, apte à intégrer la pluralité des niveaux logiques gouvernant le réel, s'avère donc nécessaire. Dit autrement, un «réencastrement» de l'économique dans son milieu s'impose qui devrait prendre la forme de ce que René Passet nomme la «gestion normative sous contrainte», à savoir le respect par le système économique des mécanismes de reproduction de la biosphère[50].

Face à cette nécessité d'élaborer une économie «multidimensionnelle»[51], François Quesnay – pourvu que l'on veuille bien considérer son œuvre d'un point de vue méthodologique – en mettant en évidence que la reproduction de la sphère économique ne saurait être envisagée hors de celle de la biosphère, et qu'il s'agit en conséquence d'articuler logique économique et logique du vivant, préfigure bien les défis épistémologiques que doit affronter la science économique de cette fin de siècle.

Il faudrait également, bien sûr, analyser précisément la capacité d'une époque à rendre «invisible» un auteur. On objectera évidemment que dans tous les domaines de la vie intellectuelle les phénomènes d'oubli voire d'occultation abondent. On pourra ainsi, pour ne prendre qu'un exemple volontairement éloigné de la science économique, citer le cas de Stendhal qui, dans son *Histoire de la peinture en Italie,* ne mentionne qu'une seule fois le nom de Piero della Francesca alors qu'avec sa perfection formelle et ses coloris subtils, le monde immobile et fascinant du maître d'Arezzo nous semble aujourd'hui dominer la peinture du Quattrocento. Toutefois, l'oubli – ou peut-être devrait-on dire le refoulement – de François Quesnay est autrement plus grave car d'une autre nature dans la mesure où, s'il peut bien sûr être analysé dans la tradition kuhnienne comme un signe de l'incommensurabilité entre paradigmes, il nous semble, plus profondément, signer tout à la fois un dédain pour la pensée non mécaniste, un refus de prendre acte de la complexité du monde, un mépris, pour tout dire, de ce qui fait signe en direction de la question du sens.

NOTES ET BIBLIOGRAPHIE

1. L. DUMONT, *Homo Aequalis I. Genèse et épanouissement de l'idéologie économique*, Gallimard, Bibliothèque des Sciences Humaines, Paris, 1995, p. 33.
2. Voir: J.-P. MARECHAL, «Le développement durable dans la pensée néo-classique», *Stratégies Energétiques Biosphère et Société*, Genève, 1996, pp. 223-230.
3. J.A. SCHUMPETER, *Histoire de l'analyse économique*, Gallimard, Paris, vol. 1, 1983, p. 315.
4. Les principales œuvres économiques de François Quesnay sont des articles de l'*Encyclopédie*: «Fermiers» (1756), «Grains» (1757), «Hommes» (1757); *Le Tableau économique* (1758); *Maximes générales du gouvernement économique d'un royaume agricole* (1758); le chapitre VII de la *Philosophie rurale* de Mirabeau; et des articles du *Journal de l'Agriculture, du Commerce et de la Finance:* «Le droit naturel» (1765), «Dialogue sur le commerce» (1765) et «Dialogue sur les travaux des artisans» (1767). Il existe deux éditions des œuvres de François Quesnay. Une édition intégrale: *François Quesnay et la Physiocratie*, I.N.E.D., Paris, 1958 et une édition partielle (mais composée de textes intégraux): *Physiocratie*, Flammarion, Coll. GF, Paris, 1991.
5. F. QUESNAY, «Le droit naturel», 1991, op. cit., p. 75.
6. Idem, p. 78.
7. Ibid., pp. 83-84.
8. «Maximes du gouvernement», ibid., pp. 237-238.
9. F. QUESNAY, 1958, op. cit, p. 920.
10. T.R. MALTHUS, *Essai sur le principe de population*, Flammarion, Paris, Coll. G.F, 1992, vol 2, p. 67.

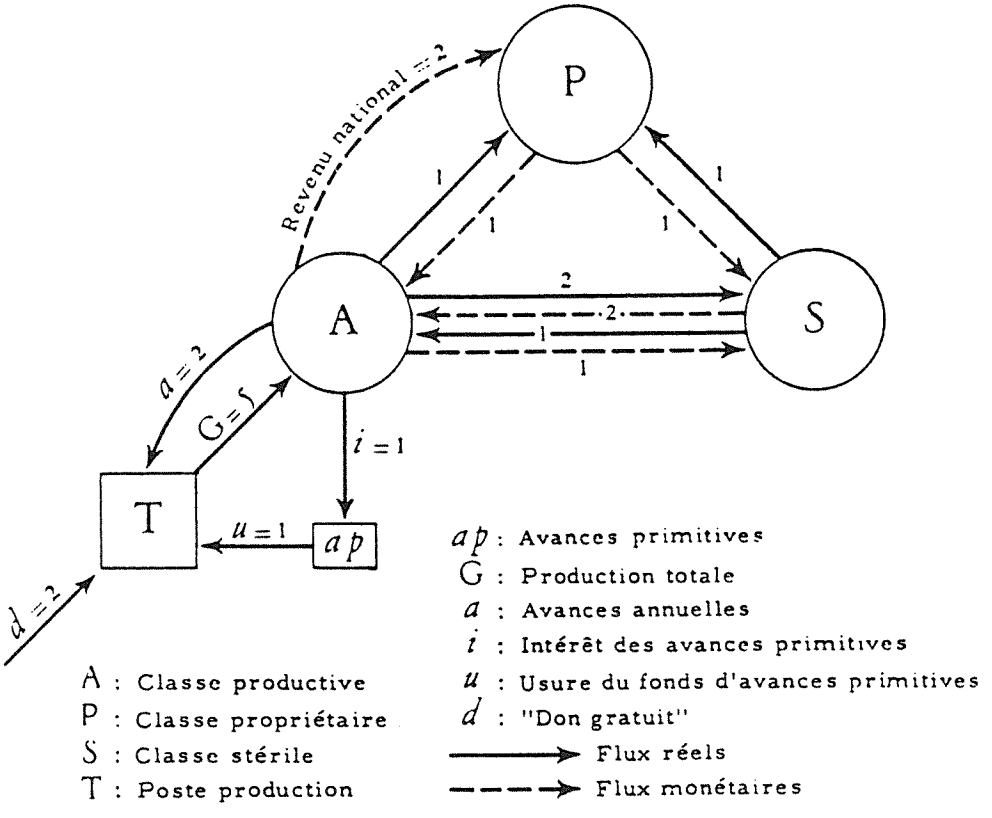
11. Idem, vol. 2, p. 269.
12. F. QUESNAY, «Le droit naturel», 1991, op. cit., pp. 75-76.
13. M. FOUCAULT, «Naissance de la biopolitique» *in Résumés des cours*, Julliard, Paris 1989, p. 115.
14. L. DUMONT, 1995, op. cit., p. 62.
15. F. QUESNAY, «Le droit naturel», 1991, op. cit., p. 69.
16. Idem, p. 72.
17. Ibid., p. 73.
18. Ibid., p. 73.
19. Ibid., p. 73.
20. Ibid., p. 78.
21. Cf. Ibid., p. 73.
22. Ibid., pp. 85-86.
23. in F. QUESNAY, 1958, op. cit., p. 729.
24. F. QUESNAY, «Maximes du gouvernement», 1991, op. cit., p. 238.
25. Voir: C. JESSUA, *Histoire de la théorie économique*, P.U.F., Coll. Economie, Paris, 1991, chap. 1.
26. W. HARVEY, *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*, 1628.
27. F. QUESNAY, «Tableau économique», 1991, op. cit., p. 154.
28. A.R.J. TURGOT, «Réflexions sur la formation et la distribution des richesses», 1766, in TURGOT, *Formation et distribution des richesses*, Flammarion, Coll. GF, Paris, 1997, p. 201.
29. Dans son article «Hommes», F. QUESNAY inclut également dans la classe productive les pêcheurs et les mineurs (Voir F. QUESNAY, 1958, op. cit., pp. 553-554). Ce ne sera plus le cas dans le *Tableau économique* car cela serait contradictoire, en particulier pour les activités extractives, avec la théorie du produit net.
30. Cf. F. QUESNAY, «Analyse du tableau», 1991, op. cit., pp. 209-210.
31. Idem, p. 219. Nous avons reproduit en figure 1 une variante du tableau parue en 1766 en raison de sa plus grande lisibilité.
32. Pour plus de précisions, voir M. BLAUG, *La pensée économique. Origine et développement*, Economica, Paris, 1995, pp. 29-32; C. JESSUA, 1991, op. cit., pp. 65-76 et J. MOLINIER, «Le système de comptabilité nationale de François Quesnay», in F. QUESNAY, 1958, op. cit., pp. 75-104.
33. Les salaires des travailleurs agricoles comprennent également les «salaires d'organisation» qui reviennent aux fermiers.
34. J.A. SCHUMPETER, 1983, op. cit., p. 336.
35. J. CARTELIER, «L'économie politique de François Quesnay ou l'Utopie du Royaume agricole», in F. QUESNAY, 1991, op. cit., p.20.
36. L. DUMONT, 1995, op. cit., p. 54.
37. J.A. SCHUMPETER, 1983, op. cit., p. 340.
38. Idem, p. 342.
39. C. JESSUA, 1991, op. cit., p. 75.
40. Voir: F. POULON, *Economie générale*, Dunod, Paris, 1996, Première partie.
41. F. QUESNAY, «Sur les travaux des artisans. Second dialogue», 1991, op. cit., p. 364.
42. F. QUESNAY, 1958, op. cit., p. 506.
43. Idem, p. 526.
44. L. DUMONT, 1995, op. cit., p. 57.
45. Idem, p. 54.
46. M. FOUCAULT, «La gouvernementalité», *Le Magazine Littéraire*, n° 269, septembre 1989, p. 98.
47. G. DEBREU, «La supériorité du libéralisme est mathématiquement démontrée», *Le Figaro Magazine*, n° 57 984, 10 mars 1984, p. 80.
48. En ce qui concerne l'emploi, on lira J.-P. MARÉCHAL, «Demain l'économie solidaire», *Le Monde Diplomatique*, n° 529, avril 1998, pp. 1 et 19.
49. Cf. J.-P. MARECHAL, 1996, op. cit. et *Le prix du risque. L'économie au défi de l'environnement*, Presses du CNRS, Paris, 1991, pp. 177-218.
50. Cf. R. PASSET, *L'économique et le vivant*, Economica, Paris, 1996, (1re éd. 1979), pp. 216-221.
51. Cf. H. BARTOLI, *L'économie multidimensionnelle*, Economica, Paris, 1991.

Figure 1. Formule du Tableau économique

Reproduction totale : *Cinq milliards*

	AVANCES annuelles de la *classe productive*	REVENU pour les propriétaires des terres, le souverain et les décimateurs	AVANCES de la *classe stérile*
	2 milliards	*2 milliards*	*1 milliard*
Sommes qui servent à payer le revenu et les intérêts des avances primitives.	*1 milliard*		*1 milliard*
	1 milliard		
	1 milliard		*1 milliard*
Dépense des avances annuelles.	*2 milliards*	TOTAL	*2 milliards* dont la moitié est retenue par cette classe pour les avances de l'année suivante.
TOTAL	*5 milliards*		

Figure 2



Jean Molinier, «Le système de comptabilité nationale de François Quesnay», in *François Quesnay et la Physiocratie,* I.N.E.D., Paris, 1958, p. 91.

Tableau (les chiffres sont des milliards de livres)

Production des secteurs	Achats des secteurs			Production annuelle
	I	II	III	
I. Fermiers	2	1	2	5
II. Propriétaires fonciers	2	0	0	2
III. Artisans	1	1	0	2
Total des achats	5	2	2	9

Ce tableau est extrait de M. BLAUG, *La pensée économique*, Economica, Paris, 1995, p. 31.

Hommage à Nicholas Polunin (1909-1997), pionnier de la diplomatie environnementale

Jacques GRINEVALD

En date du 13-14 décembre 1997, *Le Journal de Genève* publiait la nécrologie suivante:

> «La biosphère vit de mauvais jours. Peu avant le récent échec des négociations de Kyoto sur le réchauffement climatique, le botaniste Nicholas Polunin s'est éteint lundi 8 décembre à l'âge de 88 ans.
>
> Défenseur acharné de la nature, il a passé sa vie à essayer de sensibiliser son entourage sur les dangers que court notre environnement. Laissant les grand-messes telles que le Sommet de la Terre de Rio de Janeiro en 1992 à d'autres, il préférait se concentrer sur les revues spécialisées qu'il avait créées: *Biological Conservation* en 1967, puis *Environmental Conservation* en 1974.
>
> Outre les nombreuses publications à son actif, Nicholas Polunin a également passé une grande partie de sa carrière à effectuer des expéditions dans le Grand Nord. Il a par ailleurs été le premier à déterminer en 1948 l'existence d'une vie microbienne dans l'atmosphère du pôle Nord. Deux ans plus tôt, il avait déjà découvert deux grandes îles, les dernières à avoir été ajoutée à la carte mondiale.
>
> Fils d'un père russe et d'une mère anglaise, tous deux peintres, Nicholas Polunin a partagé ses études entre les Universités d'Oxford, de Yale et d'Harvard. Après de nombreux déplacement, il a quitté Bagdad, où il enseignait, pour venir à Genève en 1956. (Réd.)»

Le caractère très lacunaire de cette trop courte nécrologie m'a fait réagir, sans même parler de la filiation artistique «naturaliste» de Polunin (prononcer Polounine), car Vladimir Polunin (1880-1957), forestier diplômé, n'était pas un peintre quelconque... mais l'un des artisans de la grandeur scénographique des Ballets Russes de Diaghilev, et un ami intime de Picasso. J'ai donc envoyé au *Journal de Genève*, par l'intermédiaire d'une amie qui travaille à la Rédaction, un assez long papier. Le journal ne l'a publié qu'un bon mois plus tard, le 23 janvier 1998, sous forme de «lettre de lecteur», avec d'importantes coupures qui en altérèrent la signification politique pour la «Genève internationale de l'environnement». Nous donnons ici la version originale.

La nécrologie de Nicholas Polunin parue dans *Le Journal de Genève* (13-14 décembre 1997) était si brève qu'elle en était misérablement lacunaire, sans commune mesure avec ce que Genève (qui se targait il y a peu de devenir la capitale mondiale de l'environnement!) doit à la mémoire du Président de la *Foundation for Environmental Conservation* et du *World Council For The Biosphere*.

Sa famille, ses amis et ses plus proches collaborateurs se sont rassemblés à l'Hôtel Beau-Rivage dans la soirée du 13 décembre pour honorer sa mémoire. Nicholas Polunin n'étant

pas croyant, cette petite réunion sans protocole fut empreinte d'une simplicité et d'une sérénité peu communes pour ce genre de circonstance. Pas de discours, pas de fleurs. Ses proches semblaient avoir compris que la Vie, au-delà de notre individualité éphémère, mortelle par définition, poursuivait dans la joie ineffable de la création évolutive son immémoriale aventure dans le cosmos, l'humble conscience humaine n'étant qu'un instant d'éternité spirituelle dans l'immense coévolution de la Biosphère avec l'histoire de la Terre, cette petite planète du système solaire qui n'est manifestement pas comme les autres. L'humanité commence à peine à en prendre conscience...

Rendre hommage à Nicholas Polunin, décédé le 8 décembre dernier au terme d'une longue carrière de savant naturaliste et de «pionnier de l'environnement», n'est pas, en ce qui me concerne, un simple devoir moral, personnel et professionnel, c'est aussi prendre la plume au nom des très nombreuses personnalités qui, dans le monde entier, furent associées à l'immense activité d'information, de connaissance et de conscience, menée par le «prophète» Polunin depuis les années 1960 à partir de son quartier-général installé dans le canton de Genève.

C'est à l'invitation de l'Université de Genève, en 1959, que l'éminent botaniste d'Oxford vint s'installer dans notre ville avec sa famille, fuyant alors la révolution en Irak où il était professeur. Son activité à Genève démarra lentement, car, de 1962 à 1966, il enseigna encore à l'Université d'Ife, à Ibadan, au Nigeria, y fondant la Faculté des Sciences dont il fut le premier doyen. Sa carrière de géobotaniste culmina avec son manuel *Introduction to Plant Geography* (Londres, Longmans, 1960), traduit en français sous le titre *Eléments de géographie botanique* (Paris, Gauthier-Villars, 1967). Un ouvrage admiré notamment par Théodore Monod.

Significativement, c'est en 1966 que se situe le véritable tournant de sa carrière de naturaliste. Après avoir beaucoup parcouru le monde, et constaté les «désastres écologiques» (sic) du *développement*, de la *croissance* et de l'*expansion*, il décida de se consacrer entièrement à la «problématique mondiale» (selon l'expression lancée par le Club de Rome fondé par Aurelio Peccei en 1968). La globalisation, c'est aussi notre crise écologique planétaire. De nos jours, on dit, en anglais, *global environmental change*.

En soulignant l'importance du concept écologique global de la Biosphère, le professeur Polunin contribua au rapprochement des sciences de la Vie et des sciences de la Terre. Il encouragea ceux qui s'aventuraient dans cette démarche transdisciplinaire à contre-courant de la spécialisation à outrance. Son magnifique appartement de travail, juste au-dessus de son propre domicile, au sommet de la colline du Grand-Saconnex, au chemin Taverney, devint l'un des rendez-vous privilégiés de la «Genève internationale de l'environnement», qui s'étend jusqu'à Gland où se trouvent le siège mondial de l'UICN (Union mondiale pour la nature) et celui du WWF International. Le carnet d'adresses de Polunin reste impressionnant; il est même devenu un livre de référence: *World Who Is Who and Does What in Environment and Conservation*, edited by Nicholas Polunin, compiled by Lynn M. Curme (Londres, Earthscan, 1997).

Une nécrologie de Nicholas Polunin ne peut s'arrêter à son installation à Genève. Elle se doit de rappeler l'importance de ses activités environnementalistes et son rôle d'éminence grise dans la genèse de la nouvelle diplomatie environnementale qui transforma les affaires internationales, selon un processus de «planétarisation» des problèmes d'environnement et de développement qui n'en sont encore qu'à leurs débuts. Figure prestigieuse, et pourtant si discrète, parmi les «écologistes», personnalité de savant bardé de diplômes, à l'élégance très «oxfordienne», mais aux antipodes d'un Edward Goldsmith, le fondateur (en 1969) de la revue *The Ecologist*, notre ami commun, le professeur Polunin s'est littéralement

épuisé pour la cause de l'environnement, pardon, pour la sauvegarde de La Biosphère. Je puis en témoigner puisque ma dernière réunion de travail avec lui, pour un projet de livre, *The Imperative of Biosphere Conservation*, remonte à moins d'un mois. Sans vraiment s'intégrer à la vie genevoise, comme on dit, Nicholas Polunin faisait honneur à la Genève internationale. Avec une ferveur d'une étonnante vivacité, frisant parfois la naïveté, le professeur Polunin fit rayonner «l'esprit de Genève» dans le mouvement environnementaliste mondial. A sa façon très britannique, il poursuivait, sans trop se soucier de la modernité, la grande tradition naturaliste, encyclopédique et cosmopolite des de Saussure et des de Candolle.

Il est vrai que le vénérable Polunin laissait volontiers à d'autres les grand-messes de l'environnement, mais il ne faudrait pas oublier qu'il a contribué, plus que beaucoup d'autres, à la formule même des conférences internationales sur l'environnement. Les générations futures se souviendront du rôle qu'il a joué dans l'organisation et la publication des *International Conferences on Environmental Future* (1971, 1977, 1987, 1990), dont les actes constituent une source indispensable pour l'étude des bases scientifiques et philosophiques de la protection internationale de la Biosphère, une tâche qui reste encore largement en chantier au sein du système des Nations Unies, comme l'a bien illustré la récente session de Kyoto de la Conférence des Parties à la Convention-cadre sur les changements climatiques.

Ancien collaborateur à Oxford de Sir Arthur Tansley, le père du concept d'écosystème, Nicholas Polunin fait partie des fondateurs de ce qu'on appelle l'écologie appliquée, la biologie de la conservation et la biologie environnemetale. Ecologiste au premier sens du terme, Polunin aura marqué de son empreinte la coopération scientifique pour l'environnement global, même si cette influence reste encore difficile à évaluer, d'autant plus que son audience resta essentiellement confinée dans le monde anglophone (avec quelques rares exceptions dans le monde francophone). Comme il me le disait depuis notre première rencontre en 1985, à l'époque de la deuxième réunion annuelle du World Council For The Biosphere, il travaillait pour les générations futures, dans la longue durée de l'espèce humaine et de la Biosphère. Il recevait rarement les journalistes. On doit à la vérité de dire qu'il s'efforça même toute sa vie de les fuir ! Rappelons cependant ici qu'il fit deux exceptions, pour Suren Erkman et pour Brigitte Mantilleri, dont bénéficièrent les lecteurs du *Journal de Genève* (21-22 septembre 1991; 2 août 1993).

Depuis le début des années 1980, le directeur de la revue internationale *Environmental Conservation* faisait campagne pour la sauvegarde de la Biosphère, concept trahi et refoulé curieusement par la «révolution de l'environnement», le néologisme d'écosystème [écosphère] puis le terme de Gaïa relancé par la fameuse «hypothèse Gaïa» du chercheur anglais James Lovelock. En mai 1992, lors de la première session des Rencontres environnementales de Genève, il était touchant de voir ensemble Lovelock et Polunin. Ce fut un moment historique que la presse ne remarqua guère. Lovelock et Polunin, tous deux précédés par Vernadsky, si longtemps oublié, nous enseignent la même chose: à savoir que nous sommes intimement liés à l'habitabilité globale de cette petite planète Terre, dont la surface animée par l'énergie du rayonnement solaire a été transformée par l'évolution des espèces depuis quatre milliards d'années, et qu'il serait donc sage d'adopter une conduite plus raisonnable et donc plus prudente.

La récente prise de conscience de l'importance théorique et pratique de l'écologie globale, la science (encore embryonnaire) de la Biosphère (Gaïa), dont les implications techno-économiques, socio-politiques et philosophiques sont considérables, possède une dette envers la mémoire de Nicholas

Polunin. Son héritage intellectuel est en grande partie contenu dans *Environmental Conservation*, «an international journal of environmental science» désormais dirigé et publié en Angleterre (Cambridge University Press) par son fils Nicholas Vladimir C. Polunin (né en 1951), enseignant au Department of Marine Sciences and Coastal Management de l'University of Newcastle upon Tyne. Souhaitons-lui bonne chance ! Au lendemain de la disparition du professeur Polunin, on est en droit de se demander que devient la «Genève internationale de l'environnement», qui a récemment perdu quelques plumes. Un second souffle me paraît souhaitable, et nécessaire.

BIBLIOGRAPHIE ESSENTIELLE

Ouvrages collectifs édités par Nicholas Polunin

The Environmental Future, Macmillan, London, 1972.

Growth Without Ecodisasters?, Macmillan, London, 1980.

Ecosystem Theory and Application, Wiley, Chichester, 1986.

Maintenance of The Biosphere, Edinburgh University Press, Edinburgh, 1990.

Surviving With The Biosphere, Edinburgh University Press, Edinburgh, 1993.

World Who Is Who and Does What in Environment and Conservation, Earthscan, London, 1997.

(auxquels il faut ajouter environ 550 articles scientifiques)

Vladimir VERNADSKY, *La Biosphère*, préface de Jean-Paul Deléage, Diderot éditeur, Paris, 1997, 284 p.; Vladimir I. Vernadsky, *The Biosphere*, forward by Lynn Margulis and colleagues, introduction by Jacques Grinevald, translated by David B. Languir, revised by Mark A. S. McMenamin, A Peter N. Nevraumont Book, Copernicus, Springer-Verlag, New York, 1997, 192 p.; Vladimir I. Vernadsky, *La Biosfera*, introducción de Ramón Margalef, Fundación Argentaria y Visor, 1997, 218 p.

En mai 1990, dans l'éditorial du premier numéro de *Stratégies Energétiques, Biosphère & Société*, qui était alors une publication périodique, nous nous référions expressément à Vernadsky dont *Biosfera* était paru en russe en 1926 puis, dans une édition augmentée en français en 1929 sous le titre *La Biosphère*. Dans notre numéro de 1991, Jacques Grinevald a consacré une «Note sur le terme Biosphère» dans laquelle il signalait la polysémie de ce terme et le triomphe en cours de la signification que lui avait donnée Vernadsky dans l'entre-deux-guerres, à savoir, le système écologique global intégrant tous les organismes vivants (les êtres humains aussi bien que les micro-organismes) avec les roches (la lithosphère), l'eau (l'hydrosphère) et l'air (l'atmosphère) dans un métabolisme global qui transforme la Terre en unique «planète vivante» du système solaire.

C'est avec une vive satisfaction que nous saluons la publication simultanée de la deuxième édition française de cet ouvrage pionnier et de sa première édition en anglais et en espagnol. Cette simultanéité n'est pas le fait du hasard. L'œuvre de Vernadsky, et plus particulièrement cet ouvrage, a connu un cheminement obscur que retrace partiellement le grand écologiste anglo-américain George Evelyn Hutchinson dans son livre *The Kindly Fruits of the Earth* (Yale Uni. Press, New Haven & London, 1979) qui signale que c'est grâce à un certain Petrunkevitch et à George Vernadsky, le fils de Vladimir Vernadsky, tous deux professeurs à Yale dans l'entre-deux-guerres, que lui-même prit connaissance de l'œuvre de Vernadsky. Raymond Lindeman s'y est également référé en 1942.

La vie et l'œuvre de Vernadsky sont présentées par les préfaciers avec leurs charismes respectifs. Tous trois signalent la dette qu'ils ont contractée envers Jacques Grinevald que l'édition américaine présente comme «the world's leading authority on the idea of the biosphere». Les éditions américaine et espagnole comportent une précieuse biographie de Vladimir Vernadsky due à la plume de Jacques Grinevald. On y apprend notamment que ce savant est né le 12 mars 1863 (28 février 1863 du calendrier julien alors en vigueur en Russie) à Saint-Petersbourg, que sa famille s'est installée peu après en Ukraine, que son père était un intellectuel réformiste libéral fort actif, qu'il s'inscrivit à la Faculté de physique et de mathématique de l'Université de Saint-Petersbourg puis, après avoir étudié la cristallographie et la minéralogie à Munich et à Paris, qu' il soutint ses thèses de maîtrise puis de doctorat à l'Université de Moscou qui le nomma privat-docent en 1891, professeur extraordinaire en 1898, enfin professeur ordinaire en 1902. Sa vie est celle d'un scientifique cosmopolite qui partage son temps entre la Russie et l'Europe occidentale, particulièrement la France.

Sur le plan politique, Vladimir Vernadsky fut l'un des fondateurs et membre du Comité central du Parti constitutionnel démocrate (KD) en 1905 puis Adjoint du Ministre de l'éducation du Gouvernement provisoire de Kerensky au printemps 1917. Fuyant les Bolcheviks en automne 1917, et refusant de prendre part à la guerre civile, c'est à sa qualité de membre de l'Académie des sciences de Saint-Petersbourg et surtout d'éminent spécialiste des ressources naturelles qu'il dut de n'être pas trop inquiété par le nouveau pouvoir. Il poursuivit néanmoins sa carrière scientifique sous le régime communiste qui ne s'opposa pas à ses voyages et séjours à l'étranger jusqu'en 1937, ce qui donne à penser qu'il sut

composer avec le pouvoir stalinien. De 1922 à 1925 il enseigna d'ailleurs à l'Université de Paris et publia en 1924 un premier ouvrage en français, *La géochimie*, chez Félix Alcan. C'est l'époque où apparut le concept de noosphère chez ses amis Edouard Le Roy, le successeur de Bergson au Collège de France, Teilhard de Chardin et lui-même, quoique dans des optiques assez différentes. Si dans *La Biosphère*, son absence de concessions au matérialisme dialectique, le fameux «diamat», est manifeste, elle est tout à fait évidente dans l'article qui parut à quelques jours de sa mort en janvier 1945 dans le *American Scientist* sous le titre «The biosphere and the noösphere», article que l'édition espagnole sus-mentionnée a eu l'heureuse idée de reproduire en annexe et, bien sûr, en espagnol.

L'édition américaine et surtout l'espagnole comportent une bibliographie de et sur Vladimir Vernadsky qui malheureusement fait défaut dans l'édition française laquelle est affligée de regrettables erreurs typographiques, «énergie fibre» apparaissant à trois reprises au moins à la place d'«énergie libre» (pp. 51, 62 et 202), «des farines diverses» en lieu et place de «des formes diverses», etc. De ces trois versions c'est assurément l'espagnole qui est la plus soignée et la plus réussie. Signalons que le Président de la Fondation Argentaria qui en est l'éditeur n'est autre que José Manuel Naredo et que cette Fondation avait publié en 1996 une traduction espagnole du *magnum opus* de Nicholas Georgescu-Roegen, *La ley de entropía y el proceso económico.*

Ivo Rens, Genève

Vladimir VERNADSKY, *Scientific Thought as a Planetary Phenomenon*, A. L. Yanshin and F. I. Yanshina editors and presentators, translation by B. A. Starostin, Nongovernmental Ecological Foundation V. I. Vernadsky, Moscow, 1997, 265 p.; Vladimir I. Vernadskij, *Der Mensch in der Biosphäre. Zur Naturgeschichte der Vernunft*, herausgegeben von Wolfgang Hofkirchner, Vorwort von Wolfgang Hofkirchner und Rolf Luther, Einleitung von Peter Krüger, Peter Lang, Frankfurt a/Main, Berlin, Bern, New York, 1997, 250 p.

Signalé dans les biobliographies des éditions espagnole et anglaise de *La Biosphère*, cet ouvrage posthume de Vernadsky ne put paraître en URSS, et bien sûr en russe, dans une version écourtée puis dans son intégralité, que en 1977, en 1986 puis en 1988, respectivement, c'est-à-dire essentiellement sous la présidence de Gorbatchev. Rédigé pour l'essentiel en 1937-1938, son auteur l'avait toutefois corrigé et complété pendant les années de la IIe Guerre mondiale. C'est ce que nous apprennent les présentateurs de la première édition en langue anglaise, A. L. Yanshin et F. I. Yanshina. A la lecture de cet ouvrage passionnant, la raison de ce décalage entre l'achèvement de l'œuvre et sa publication paraît évidente: Vernadsky y développe en effet une vision du monde, des idées philosophiques, politiques et même religieuses, incompatibles avec le «matérialisme dialectique» et avec le marxisme-léninisme qu'il ne se prive pas de critiquer au passage.

Les préfaciers de l'édition allemande commentent à juste titre les similitudes ainsi que les divergences caractérisant les concepts de noosphère de Teilhard de Chardin et de Vladimir Vernadsky ainsi que la parenté existant entre la philosophie holistique du Vivant de ce dernier et l'hypothèse Gaïa de James Lovelock et Lynn Margulis.

La thèse centrale de cet ouvrage réside dans une interprétation originale de l'évolution de la biosphère aboutissant à la formation d'une noosphère commune à l'humanité tout entière: «Une *explosion* de la pensée scientifique au XXe siècle *est préparée par l'histoire entière de la biosphère* et s'enracine profondément dans sa structure.» (p. 55) Vladimir Vernadsky date l'apparition de la

noosphère – terme dont il attribue la paternité à Edouard Le Roy – à l'extrême fin du XIXe siècle et, pour l'essentiel, au XXe siècle parce que c'est alors seulement que la science se transforma effectivement en force géologique et même cosmique. Cette périodisation étonnante ne tient pas à l'ignorance qu'aurait son auteur des étapes antérieures de la pensée scientifique, comme l'attestent les nombreuses références précises qu'il en donne.

Quelque stimulant que soit cet ouvrage de Vladimir Vernadsky, sa thèse nous paraît souffrir du manque de distance que sa périodisation lui imposait. Même dans la perspective de l'émergence de la noosphère dans le droit fil de l'évolution de la biosphère, comment ne pas accorder une importance décisive à l'apparition, assurément difficile à dater, du langage et de l'arithmétique au sein de l'humanité ? Comment ne pas distinguer plusieurs étapes dans l'avènement de cette noosphère, telles la naissance de la pensée rationnelle et scientifique dans l'Antiquité grecque, l'apparition de l'imprimerie au XVe siècle, puis la Révolution scientifique du XVIIe siècle ? Par ailleurs, Vladimir Vernadsky professe de la science une vision idyllique car, écrit-il, « dans son essence la science est profondément démocratique ». (p. 118) Bien que critique sur la complicité de nombreux scientifiques dans la tragédie de la Grande guerre, il reste d'un optimisme désarmant sur le rôle à venir de la science.

Peut-être aurait-il fait montre de moins d'enthousiasme et de plus de circonspection s'il avait vécu et pensé après Hiroshima.

Ivo Rens, Genève

Jean-Paul MARÉCHAL, *Le rationnel et le raisonnable. L'économie, l'emploi et l'environnement,* Presses Universitaires de Rennes, 1997, 181 pages.

Ces dernières années, la réflexion et la recherche en sciences économiques se sont alignées sur le paradigme néoclassique. A la base de ce paradigme, il y a l'idée que le marché et la concurrence permettent d'atteindre l'allocation optimale des ressources, un état dans lequel, selon la célèbre définition de Vilfredo Pareto, « il n'est plus possible d'améliorer le bien-être d'un individu sans détériorer simultanément celui d'un autre individu ». D'après cette approche, pour résoudre l'ensemble des problèmes auxquels sont confrontées nos sociétés, notamment les problèmes de l'emploi et de l'environnement, il faut déréglementer l'économie et étendre la logique du marché aux sphères extra-économiques. Les problèmes environnementaux doivent ainsi être appréhendés par le biais de l'internalisation des coûts externes. Cette approche a par ailleurs comporté l'exclusion des sciences humaines de la réflexion économique. En général, les universités ont suivi cette tendance, en prévoyant pour les étudiants une formation presque exclusivement néoclassique et en remplaçant les cours de sciences humaines (philosophie, sociologie, géographie, etc.) par des cours de mathématique et informatique. Question de savoir résoudre les problèmes de maximisation posés par le paradigme néoclassique...

L'ouvrage de Jean-Paul Maréchal (maître de conférences en sciences économiques à l'Université de Rennes 2) appréhende les problèmes économiques et environnementaux d'un point de vue très différent, et offre une précieuse bouffée d'oxygène aux personnes qui possèdent l'ouverture intellectuelle pour parcourir et découvrir d'autres voies. L'auteur effectue tout d'abord une analyse très approfondie de l'origine de la pensée économique contemporaine et de ses grippages. Il soumet le paradigme néoclassique et les mesures de

politique économique qu'il préconise à une analyse critique très serrée. Ensuite, il fournit les «points de repères» pour la construction d'un nouveau paradigme. Il appuie sa réflexion sur la théorie des systèmes complexes. Le fil rouge de l'ouvrage est représenté par la «*rationalité économique*» et la «*rationalité économique élargie*» qui, «en intégrant les modes de reproduction des sphères sociale et naturelle, se confond avec le *raisonnable*». La première caractérise la pensée économique dominante, tandis que la seconde empreint le paradigme de la bioéconomie. L'ouvrage est consacré plus particulièrement à deux problèmes qui sont souvent au centre du débat politique, qu'on a tendance à opposer, l'emploi et l'environnement. Des sections de l'ouvrage sont consacrées à l'analyse de la pensée des grands philosophes, physiciens et économistes du passé. Nous avons ainsi l'opportunité de rencontrer, entre autres, Galilée, Leibniz, Descartes, Smith, Taylor, Malthus, Schumpeter, et les économistes de redécouvrir les sciences humaines et les sciences naturelles.

Le paradigme esquissé par Maréchal ne possède pas l'élégance formelle du paradigme néoclassique. Contrairement à celui-ci, qui d'une certaine manière a atteint la maturité et a montré ses limites, il offre toutefois un programme de recherche ambitieux, créatif, interdisciplinaire, qui interpelle inévitablement tous les jeunes chercheurs. Contrairement au paradigme néoclassique, il ne représente pas non plus le support idéologique de ce mouvement de globalisation et de libéralisation qui est en train de bouleverser l'économie mondiale. Il offre cependant une approche et des réflexions nouvelles aux personnes qui dans la société tentent de trouver des solutions originales aux problèmes socio-économiques et environnementaux de cette fin de siècle.

Franco Romerio, Genève

Evandro AGAZZI, *Das Gute, das Böse und die Wissenschaft. Die ethische Dimension der wissenschaftlich-technologischen Unternehmung,* traduit de l'italien par Harald Stücker, Akademie Verlag, Berlin, 1995.

L'auteur de cette recension est physicien engagé dans la théorie de la matière, cosignataire de la lettre ouverte de 1300 collaborateurs du CERN de novembre 1976 contre le projet du surrégénérateur *Superphénix* et membre fondateur, avec Denis de Rougemont et d'autres, de l'*Appel de Genève* datant d'octobre 1978, dont le programme revêt une certaine importance pour les lignes qui suivent.

Evandro Agazzi est mondialement connu pour ses œuvres en logique et en philosophie des mathématiques et de la physique; mais il est aussi auteur de travaux sur l'éthique fondamentale ainsi que celle des sciences et de la technologie.

Le livre passé en revue ici est très dense, fort de plus de 300 pages, étoffé de plus de 12 pages de bibliographie en plus de nombreuses références approfondies. Il reflète un certain optimisme caractéristique de l'auteur qui s'exprime, par exemple, dans ce passage tiré de l'Introduction (p. 15): «Sans doute, science et technique sont bonnes, mais pas inconditionnellement bonnes, et on ne peut pas nier que leur développement (surtout très récemment) comporte de multiples aspects négatifs.» L'ouvrage est organisé en deux parties principales:

1. Le monde de la science et de la technique

Les deux questions fondamentales concernant la technologie sont, selon Agazzi, si elle peut avoir des prétentions d'une part à l'absolu et d'autre part à la neutralité. A la première, Agazzi répond par la négative avec le syllogisme suivant (p. 125): Pour agir dans le monde, l'homme a besoin de poser des buts. Mais, dit-il, la technologie «ne déclare pas de buts» ou est indifférente aux buts, ce qui exclut une prétention à l'absolu. Naturellement, il est facile

de montrer par des contre-exemples que la technologie peut très bien avoir des buts. La fusion, par exemple, est l'un d'eux, déclaré depuis au moins 40 ans. Cependant, si je le comprends bien, Agazzi ne pense pas ici à des buts déclarés mais plutôt au progrès technologique en tant qu'automatisme inhérent à sa dynamique.

En revanche, cet automatisme empirique rend la technologie vulnérable à ce qu'Agazzi aborde dans la seconde partie, à savoir à des *feedbacks* ou à l'influence de l'entourage (p. 132) et, en particulier, à l'opinion publique. Comme exemple je note l'alarme à travers le monde provoqué par la découverte du trou d'ozone dans l'atmosphère qui a engendré, d'une part l'examen d'autres procédés de réfrigération (tel celui d'Einstein et Szillard) et, d'autre part, l'application du laser pour l'analyse de l'atmosphère.

Le caractère empirique du discours scientifique a, selon Agazzi, pour effet l'évacuation de sens (*Sinnentleerung*) de l'éthique, car les valeurs qui sont la clé de la morale – le bon, le mal, le devoir, etc. – ne sont pas empiriques mais qualitatives. La conséquence en est que l'homme subit un appauvrissement en être en même temps qu'il gagne un enrichissement en savoir faire (p. 129). C'est le sort de Faust !

Quant à la non-neutralité du système scientifique-technologique, c'était le reproche du marxisme au capitalisme de corrompre la technologie par le capital. C'est aussi la caractéristique des lobbies du néo-libéralisme actuel. Mais, selon Agazzi, la non-neutralité est plus profonde : elle consiste en une influence sur toutes les formes de la vie et des croyances (p. 131). Par ailleurs cette influence favorise en même temps la neutralité morale (par rapport aux valeurs).

Les réactions philosophiques, écologistes, etc. jouent, selon Agazzi, le rôle de mise en garde comparable à une fièvre. Et la question éthique qui s'ensuit est paradigmatique : que faire ? (p. 133). Cette question montre bien la perplexité de l'auteur. Quant à la réponse, Agazzi la réserve à la seconde partie.

2. La rencontre avec la dimension éthique

Les conséquences dramatiques de la technologie suscitent la peur et conduisent à une réaction anti-scientifique, aboutissant au scientisme et à l'irrationnel. Mais, d'autre part, elles font appel à la responsabilité des scientifiques (p. 218). L'ouvrage de Hans Jonas – *Das Prinzip Verantwortung* – est, selon Agazzi, le résutat de la peur : le mal créé par l'*homo faber* appelle la moralité de l'action. C'est une éthique de conviction qui est purement individuelle. Pourtant, ce qu'il faut aujourd'hui, c'est une éthique de la responsabilité qui concerne toute une communauté subissant un même sort. Celle-là est donc de nature sociale.

Le problème de l'éthique est compliqué par le fait qu'il peut y avoir conflit de valeurs à cause de la complexité du monde technique (p. 222). Les exemples bien connus sont l'énergie nucléaire, l'industrie chimique, la bio-technologie. Agazzi a raison en constatant que la responsabilité exige la réparation des dommages (p. 225). Mais ce n'est pas tout car la technique engendre des risques ayant souvent des conséquences irréparables tel le trou d'ozone.

Tandis que, selon Kant, les mathématiques et la physique font partie de la raison pure, caractérisée par l'intuition (*Anschauung*), l'éthique, elle, découle de la raison pratique (p. 113), caracterisée par la liberté. Mais, selon Agazzi, la technique remplace la raison pratique par une raison qui lui est propre, la raison technologique réduisant ainsi le raisonnement moral à un *risk assessment* (p. 228). De façon générale, la technique est une tentative d'élimination du risque (mais pas du mal !).

L'homme est capable de prendre des risques en tant qu' *homo faber,* mais il est soumis au risque en tant que créature limitée (p. 230). Pour Agazzi, le risque, comme la liberté ou la rationalité, sont une catégorie anthropologique et sont donc de nature qualitative. Plus fondamentalement, la liberté de choix et de décisions implique un risque existentiel de l'homme (p. 232). C'est toujours un pari.

Cependant, face à la technologie ce n'est plus le risque existentiel individuel mais le risque collectif qui est au centre des préoccupations. Agazzi écrit (p. 257): «Il n'est pas correct d'utiliser le spectre d'un accident majeur comme argument de principe contre le nucléaire. On doit examiner, dans les détails d'une analyse concrète, si nous nous trouvons encore dans la situation dans laquelle nous tenons le risque sous contrôle ou non».

La méthode que propose Agazzi pour cette analyse est le point de vue systémique (p. 259) qui opère avec les notions *input, output, feedback et optimisation.* Il s'agit donc d'une méthode quantitative. Le rôle de l'éthique devient alors problématique: doit-elle être conçue comme une science d'orientation, en opposition à la science d'ordonnance qu'est la technologie ? Agazzi propose la discussion dialectique selon le modèle de Platon et Aristote, une discussion impassible et rationnelle, basée sur une expérience des valeurs (*Werterfahrung*) et sur la liberté.

Agazzi stipule alors une vue systémique de l'éthique (p. 313): «[...] je suis convaincu que l'éthique, si elle veut être satisfaisante, doit comporter les caracteristiques de structuration systémique. [...] Si l'éthique doit jouer le rôle que nous lui avons assigné (instructions engageantes à fournir pour des actions humaines), il est necessaire que 1) sa fonction soit explicitement reconnue à l'intérieur du *système global,* que 2) les réactions de *feedback* entre le système éthique et les autres sous-systèmes soient réactivées de façon appropriée et que 3) le système éthique soit emmené à un meilleur fonctionnement.»

Le discours précis et approfondi d'Evandro Agazzi est, certes, impressionnant. Quant aux conclusions, je partage son point de vue d'une discussion dialectique selon le modèle de Platon et Aristote. En effet, le programme de l'*Appel de Genève* participe de cette méthode. En revanche, Agazzi me semble succomber à la magie du nombre quant il écrit que «l'éthique [...] doit comporter les caractéristiques de structuration systémique». Le point de vue systémique est un procédé quantitatif. Réduire les questions éthiques à des quantités revient, me semble-t-il, à une banalisation du mal.

C'est précisément parce que le discours sur l'éthique de la technologie ne peut être que qualitatif qu'«un débat public et la consultation des populations concernées sur les solutions de rechange» à une mégatechnologie, comme l'a proclamé l'*Appel de Genève,* est possible. Car les experts de la technologie, eux, sont totalement prisonniers de leurs scénarios, pour lesquels ils calculent des probabilités. Toutefois aucun de ces scénarios ne fait intervenir l'homme libre d'effectuer une fausse manœuvre, comme à Tchernobyl, ou l'imprévisible comme la rupture de l'enceinte de confinement d'un réacteur ou de l'enveloppe d'un supertanker ou encore l'échappement d'un virus dangereux d'un laboratoire. Finalement ce sont des facteurs irrationnels tels l'homme et l'imprévu, avant même les mathématiques, qui rendent tout calcul de probabilités caduc.

Dès lors il apparait évident que le citoyen est un meilleur juge que l'expert. Seulement, «un débat public et la consultation des populations concernées» ne garantissent malheureusement pas encore des décisions favorables au bien d'une communauté. Le problème vient de la puissance financière des mégatechnologies. C'est la non-neutralité du capital critiquée par les marxistes. Pour parer à ce danger il faut donc que le citoyen concerné soit aussi vigilant et organisé dans un groupe, par exemple un parti politique. Et cette organisation est d'autant plus nécessaire que le degré démocratique du système politique est faible.

En conclusion, l'optimisme de l'approche quantitative des technocrates, avec laquelle s'identifie Agazzi, ne tient pas debout devant l'analyse qualitative en profondeur représentée, bien que de façon incomplète, par Hans Jonas. Cette analyse étant plutôt pessimiste, elle demande du courage.

Charles P. Enz, Genève

Catherine AUBERTIN et Franck-Dominique VIVIEN, *Les enjeux de la biodiversité*, Economica, coll. Poche Environnement, Paris, 1998, 112 p.

A l'image de la destruction de la couche d'ozone, des pluies acides ou de l'effet de serre, l'érosion de la diversité biologique constitue un problème écologique global auquel la Conférence de Rio (le « Sommet de la Terre » tenu en 1992) a cru apporter une réponse sous la forme d'une convention internationale: la Convention sur la diversité biologique. Or, dans le livre qu'ils nous proposent aujourd'hui, Catherine Aubertin et Franck-Dominique Vivien mettent au jour à la fois les dimensions fondamentales de cette nouvelle atteinte à la biosphère, les enjeux économiques qui s'y rattachent et le caractère profondément réducteur, donc inadapté, de la Convention de 1992.

La biodiversité – néologisme apparu en 1986 et qui désigne « la propriété qu'ont les systèmes vivants d'être distincts, c'est-à-dire différents, dissemblables » (p. 10) – est souvent analysée à travers le prisme de diversités particulières: la diversité génétique, la diversité spécifique ou la diversité écosystémique. Par ailleurs, l'apparition de ce concept a quasiment coïncidé avec la prise de conscience par les écologues que les écosystèmes, loin de constituer des objets séparés de l'activité de l'homme, loin d'être des milieux vierges que l'activité anthropique ne pouvait que perturber, étaient en fait les produits de l'interaction entre l'agir humain et la nature. D'où la substitution à partir de 1992 de la notion d'« écocomplexe » à celle d'écosystème, un écocomplexe étant un « ensemble complexe de systèmes écologiques interdépendants qui, à l'échelle d'un territoire, est le produit d'une histoire écologique et humaine commune » (p. 17). Inscrit dans une telle perspective, le statut de l'activité humaine, perçue jusque là comme une pure négativité, se trouve revalorisé, l'être humain passant du rôle exclusif de perturbateur de la nature à celui de gestionnaire de l'environnement et, partant, de la biodiversité.

L'érosion génétique – qui se manifeste par la disparition annuelle d'un nombre d'espèces compris entre 17 000 et 100 000 – constitue donc, bien plus qu'une simple question de « protection de la nature », un véritable enjeu de société engendrant un jeu complexe d'acteurs où interagissent bien sûr les savants et les politiques mais où l'un des principaux rôles est tenu par le monde industriel qui est parvenu à imposer sa représentation du problème. Car les intérêts industriels liés aux biotechnologies sont gigantesques dans la mesure où ces dernières constituent un ensemble d'activités nouvelles à application multisectorielle (agriculture, chimie, pharmacie, médecine...). Ainsi, les profits réalisés sur le seul marché des produits du génie génétique et qui sont aujourd'hui estimés à une somme comprise entre 20 et 30 milliards de dollars devraient atteindre 110 milliards en 2005 (p. 28). Dans le domaine de la recherche en biotechnologie agricole (où s'exerce désormais un quasi-monopole des firmes américaines) on assiste à une recomposition au profit de l'industrie chimique. En effet, exigeant en raison de leur fragilité une protection chimique toujours plus poussée, les plantes génétiquement modifiées se voient incorporer des gènes de résistance aux pesticides. D'où une interdépendance toujours plus poussée entre production de semences et production d'herbicides.

Or, la Convention de 1992, loin de prendre en compte l'aspect multidimensionnel de la question de la biodiversité, le ramène à un simple problème de ressources, d'une part en proclamant la souveraineté des Etats sur leurs ressources, et donc en délaissant la notion de patrimoine commun de l'humanité, et d'autre part en reconnaissant au FEM (Fonds pour l'environnement mondial) créé en 1990 et dont le mode de financement est autant imprécis que contesté le rôle d'aider les Etats à procéder à des inventaires et à des plans de conservation. Une telle convention transpose

en fait au plan du droit international les recommandations de l'approche ultra-libérale de l'environnement qui voit dans l'absence ou la mauvaise définition des droits de propriété la cause des problèmes d'environnement et donc celle de l'érosion de la biodiversité. Ainsi, le seul débat qu'autorise la Convention de 1992 est celui de l'alternative entre propriété privée et propriété publique. En effet, les Etats peuvent disposer de leur biodiversité mais sont obligés de reconnaître la légitimité des dépôts de brevets émanant de firmes privées. Quant à la préservation des écosystèmes, elle est ramenée à un additif aux projets de développement des pays pris en charge par le FEM. Comme le résument les auteurs, «la définition de la biodiversité comme totalité du monde vivant à conserver pour elle-même est délaissée au profit d'une approche utilitariste» (p. 49).

Au-delà des nombreuses informations qu'il recèle, *Les enjeux de la biodiversité* est un ouvrage qui met parfaitement en lumière, à partir d'un objet précis d'une importance capitale, la dérive utilitariste dont sont victimes nos sociétés.

Jean-Paul Maréchal, Rennes

Lester BROWN, ed., Christopher FLAVIN, Hilary FRENCH, *State of the World 1997*, W.W. Norton and Company, New York, London; éd. fr. *L'état de la planète 1997*, Economica, Paris.

Dans leur préface, les éditeurs saluent l'engagement de ceux qui permettent que le rapport annuel *State of the World,* soit publié cette année en vingt-sept langues. Signalons que c'est à l'initiative du Président roumain actuel, M. Ion Iliescu, alors qu'il dirigeait une petite maison d'édition dans son pays, que l'édition roumaine vit le jour. Pour l'édition française, on regrettera l'abandon, cette année encore, des notes et de l'index, 50 pages fort utiles dans la version originale. On est surpris de voir un éditeur de renom vider ainsi de son contenu scientifique le rapport annuel du «Worldwatch».

State of the World 1997 ou pour l'édition française *L'état de la planète 1997*, quatorzième édition du rapport annuel du «Worldwatch Institute», délaisse quelque peu les sujets traditionnels – l'énergie, les transports – pour se pencher sur la Biosphère de/dans laquelle nous vivons. Janet N. Abramovitz insiste tout particulièrement sur cette approche holistique. Son chapitre, «*Apprécier les services rendus par la nature*» aborde les «services rendus gratuitement par la nature» et formant la «base invisible» de nos sociétés et de nos économies humaines. Selon l'auteur, l'intérêt du maintien et de la préservation «des services rendus par la nature», est incontestable, même d'un point de vue strictement économique. Elle prend pour exemples, parmi d'autres:

- Aujourd'hui menacé par la pollution, le bassin hydrographique en amont de la ville de New York filtre et nettoie l'eau pour dix millions de personnes. La construction d'usines d'épuration pour traiter l'eau était évaluée à sept milliards de dollars. La ville prit plutôt la décision d'investir le dixième de cette somme pour aider les comtés en amont à protéger leur bassin hydrographique d'où New York puise son eau.
- La restauration de simplement la moitié des zones naturelles humides du bassin du Mississippi pourrait prévenir une inondation de la magnitude du désastre de 1993. Cette restauration ne toucherait que 3 % des terres de la région.
- Au Bangladesh, l'exportation de cuisses de grenouilles qui connut un boom dans les années soixante-dix et quatre-vingt a mené à un déclin rapide de la population de l'animal amphibien, favorisant une augmentation des insectes s'attaquant aux récoltes, ainsi qu'une recrudescence de

maladies prenant naissance dans les milieux aquatiques. En 1989, le Bangladesh dépensait trois fois plus en pesticides que ne rapportait l'exportation des cuisses de grenouilles. Or, un an après l'interdiction de leur exportation, la population de l'animal se redresse (ainsi que les services qu'il rend), tandis que l'importation de pesticides chute entre 30 et 40 %.

Dans le même ordre d'idées, Chris Bright et Michael Renner abordent, respectivement, les effets du réchauffement climatique planétaire et la nécessité, pour les responsables politiques, de redéfinir le concept de sécurité.

Se référant au rapport du Groupe intergouvernemental d'experts des Nations Unies sur l'évolution du climat (IPCC), Bright rappelle que le cycle hydrographique tendra à augmenter le volume d'eau des précipitations, mais que ces précipitations supplémentaires ne seront pas uniformément distribuées. Si les modèles d'évolution du climat ne sont pas suffisamment précis pour définir dans le détail sur une carte les chutes de pluies, ils font généralement ressortir que plusieurs régions seront plus sèches, particulièrement celles déjà sujettes à des sécheresses, tandis que d'autres régions déjà humides le seront davantage. Dans le temps, les précipitations seront vraisemblablement plus inégales, concentrées en de violentes averses. L'une des manifestations les plus significatives du changement climatique dans les « communautés de plantes « au niveau international, pourrait être l'invasion de plantes « exotiques « ou non indigènes – des espèce qui, pour une raison ou pour une autre, peuvent profiter des nouvelles conditions climatiques. Les plantes exotiques peuvent être dangereuses, car elles arrivent souvent dans un nouvel habitat où sont absentes des maladies maintenant leur population en équilibre. Leurs nouveaux voisins peuvent ne pas posséder les défenses permettant de les garder à distance. Ainsi, alors que les invasions exotiques peuvent sembler une « bonne « chose pour la biodiversité, à long terme elles se traduisent habituellement par une diminution des espèces en présence.

Michael Renner propose de transformer le concept de sécurité. Selon lui, on est aux portes d'une nouvelle ère d'insécurité se caractérisant par la désintégration de l'Etat nation, l'apparition de pressions environnementales et sociales, l'émigration de populations entières. Des affrontements entre groupes de type *guérilla*, entre forces paramilitaires, entre armées privées, remplacent les affrontements traditionnels entre armées nationales. Les civils ne sont plus des victimes accidentelles de ces groupes, mais leur cible explicite. Pour Renner l'insécurité vient souvent de désastres écologiques provoqués par l'homme (mer d'Aral par exemple), mais aussi d'une mauvaise redistribution des richesses (Chiapas). En résumé, la sécurité passera à l'avenir moins par les armes et le déploiement de troupes et davantage par le renforcement du tissu social et l'équilibre environnemental.

Parmi les autres chapitres, notons «*L'héritage de Rio*» dans lequel Christopher Flavin rappelle que nous sommes loin d'avoir atteint les objectifs de la conférence historique sur l'environnement: la proportion de dioxyde de carbone n'a jamais été aussi élevée dans l'atmosphère; la population mondiale a crû de 450 millions de personnes depuis l'événement... Pourtant des progrès ont lieu, souvent sur des questions débattues de longue date. Dans la plupart des pays industrialisés, par exemple, les pollutions de l'eau et de l'air sont moins sévères que lors de la Conférence de Stockholm sur l'Environnement humain en 1972. Aujourd'hui, de nombreux pays en développement ont des lois sur la pollution de l'air et l'usage de l'essence sans plomb se généralise.

Parmi les autres chapitres, on notera celui de Lester R Brown, président-fondateur du «Worldwatch Institute» dont les analyses sur «*Les perspectives de pénurie alimentaire dans le monde*» – qualifiées de catastrophistes et de malthusiennes par les uns, de prophétiques ou de simplement scientifiques par les autres –

sont débattues de Beijing à Rome en passant par Genève, ou encore, dans une revue d'audience internationale comme *The Economist*. On notera également les chapitres de Anne Platt McGinn «*La prévention des maladies chroniques dans les pays en développement*» et «*Réformer la pratique des subventions*» de David Malin Roodman.

Enfin «*Les leçons de l'expérience de l'ozone*» de Hilary F. French relate la négociation exemplaire qui mena la communauté internationale au Protocole de Montréal. Exemplaire, parce les signataires instaurèrent des contrôles internationaux sur les CFC dès la fin des années soixante-dix, alors que des preuves concrètes des effets destructeurs du gaz n'avaient pas encore été apportées – une perte de 40 % de l'ozone stratosphérique au-dessus de l'Antarctique entre septembre et octobre 1984, c'est-à-dire le fameux trou dans la couche d'ozone, n'est annoncée par la «*British Antarctica Survey*» qu'en mai 1985. Pourtant, dès l'annonce de découvertes théoriques menant à l'hypothèse selon laquelle les CFC pourraient détruire la couche d'ozone stratosphérique – une hypothèse émise par les futurs Prix Nobel de chimie Molina et Rowland dans *Nature* en 1974 – le Canada, la Norvège, la Suède et les Etats-Unis s'engagèrent à interdire l'usage des CFC dans les aérosols. L'application du principe de précaution s'avéra plus que justifié. Rejoignant Michael Renner, French conclut: « Dans l'avenir, les historiens considéreront peut-être la signature du Protocole de Montréal en 1987 comme un événement clé, un point dans l'histoire où il est devenu évident que la définition même de la sécurité internationale avait fondamentalement changé.» Grâce à ses publications, l'«Institut Worldwatch» participe à ce changement de paradigme.

Benoît Lambert, Genève

Theo COLBORN, Diane DUMANOVSKI, John PETERSON MYERS, *L'homme en voie de disparition ?*, éd. Terre Vivante; édition originale, *Our Stolen Future: Are we Threatening our Fertility, Intelligence, and Survival? – A Scientific Detective Story*.

L'homme en voie de disparition ? est une suite percutante à l'ouvrage historique de la biologiste et océanographe américaine Rachel Carson, *Silent Spring* (1962) (*Le printemps silencieux*). L'industrie de la chimie de synthèse s'y trouvait accusée de perpétrer un véritable biocide, en particulier par l'épandage de pesticides durables. Aujourd'hui l'ouvrage est considéré par plusieurs comme l'acte de naissance de l'écologie politique. Les produits incriminés, le DDT en particulier, ont été interdits d'usage depuis dans les pays occidentaux. Dans *Printemps silencieux*, Carson avait placé les insecticides persistants en tête de sa liste noire. Mais elle n'avait pas pensé y inclure les PCB, qui ne sont pas forcément très toxiques en termes habituels de décès et de cancers, mais sont néanmoins persistants, propriété dont on ne prit conscience qu'en 1966, quatre ans après la publication du livre. Or certains PCB sont maintenant interdits et sont sérieusement mis en cause dans l'ouvrage de Theo Colborn, docteur en zoologie travaillant pour le WWF, de Dianne Dumanoski, membre de la Confrérie des journalistes scientifiques auprès du MIT, et de John Peterson Myers, également docteur en zoologie, aujourd'hui directeur de la Fondation W. Alton Jones après avoir été vice-président en charge de la science à la Société Audubon, la plus grande association naturaliste d'Amérique du Nord.

Dans un style moins littéraire, moins vitriolé que celui de Rachel Carson – mais qui constitue néanmoins un chef-d'œuvre de vulgarisation scientifique – les auteurs de *L'homme en voie de disparition ?* révèlent que, forçant la barrière du placenta, les perturbateurs chimiques s'attaquent au fragile équilibre hormonal du fœtus et peuvent hypothéquer définitivement son développement sexuel, la mise en

place de son système nerveux et l'efficacité de ses défenses immunitaires. La découverte est inquiétante: biologiste, vom Saal a démontré que de petites variations dans les échanges hormonaux avant la naissance, peuvent avoir des conséquences pour le reste de la vie. Les différences de comportement et de reproduction chez les souris peuvent être prédites, avec une précision remarquable, d'après leur position dans l'utérus. Conditionnées par leur degré d'exposition à la testostérone, les femelles se trouvant entre deux mâles ont un comportement plus agressif et se reproduisent moins que leurs sœurs.

Des différences profondes de comportement qui reposent sur des écarts infimes: 35 parties par billion d'œtradiol et de une partie par milliard de testostérone. En d'autres mots, l'une a reçu 135 gouttes de gin pour 1000 wagons-citernes, tandis que sa sœur en a reçu 100. Un tel degré de sensibilité, proche de l'incommensurable, est selon vom Saal «au-delà de tout ce que l'on peut imaginer». Si cela permet de produire une grande variété d'individus à partir du même patrimoine génétique, le système est vulnérable à des variations infimes des concentrations hormonales, quelle qu'en soit l'origine. Cette possibilité effrayante apparut à vom Saal pour la première fois lorsque Theo Colborn lui téléphona pour parler des produits chimiques à effet hormonal.

Les travaux de vom Saal ont permis de mettre en lumière les risques que nous font courir les produits chimiques capables de perturber les hormones. Le sexe n'est pas exclusivement une affaire de chromosomes. Comme les tragédies de la thalidomide ou du distilbène; le DDT, les PCB et la dioxine ne sont que quelques-uns des produits chimiques pouvant mener à des modifications hormonales et à des pertes de la fertilité. Problèmes de reproduction chez les phoques, chez les ours polaires, chez les pumas et chez les alligators de Floride: les preuves et les hypothèses attribuant certains déclins d'animaux sauvages aux perturbateurs hormonaux par concentration trophique de produits chimiques dans la graisse animale (ou bioconcentration) ne cessent de s'accumuler.

Selon Colborn, Dumanoski et Myers, « l'industrie chimique a apporté confort et commodités à la plupart des foyers occidentaux, mais, en même temps, elle a libéré des dizaines de composés connus pour associer trois propriétés diaboliques: ils sont très stables, volatils et possèdent une affinité particulière pour les graisses «. Tous ces composés circulent dans les chaînes alimentaires sur des particules de graisse, ou bien s'évaporent et circulent dans l'atmosphère. Aujourd'hui, de l'Arctique à la Suisse en passant par les plus belles plages du monde, ils se retrouvent partout, en des concentrations démultipliées selon la position d'une espèce dans la chaîne alimentaire: concentration de PCB 250 fois celle de l'eau environnante pour le plancton végétal des Grands Lacs, 48 000 000 pour certaines morues, 3 milliards dans les baleines du Groenland...

L'homme en voie de disparition? a fait sensation lors de sa parution aux Etats-Unis en 1996, sous le titre *Our Stolen Future: are we threatening our fertility, intelligence, and survival?* Al Gore, le vice-président des Etats-Unis, connu pour sa sensibilité écologiste, ne s'y est pas trompé en acceptant d'écrire sa préface, dont cette phrase: *« L'homme en voie de disparition?* reprend le travail là où Rachel Carson s'était arrêtée, et rassemble les preuves scientifiques toujours plus nombreuses qui établissent un lien entre les produits chimiques, les anomalies du développement sexuel et certains problèmes reproductifs et comportementaux». Au moment ou certains s'interrogent sur les risques du génie génétique, ce livre permet de prendre en compte l'histoire de la chimie de synthèse dans le jugement qu'on porte sur elle. Les histoires à retournement de produits chimiques comme le DDT (prix Nobel), les CFC (prix Pristley, la plus haute récompense de la chimie américaine) ou les PCB, constituent des précédants dont on ne saurait ignorer les leçons.

Benoît Lambert, Genève

Dominique BOURG, *Les scenarios de l'écologie,* Hachette, Paris, 1996, 142 p.

Alors que la crise écologique s'aggrave et qu'une réorientation des politiques industrielles s'avère de jour en jour plus nécessaire, il devenait urgent de pouvoir faire le point sur les différentes tendances de l'écologie politique. L'ouvrage de Dominique Bourg comble avec clarté, concision et exhaustivité cette lacune.

Dans un premier chapitre, l'auteur analyse *la crise de l'idéologie économique*, idéologie qui, ayant recueilli l'héritage des Ecritures, de la chrétienté latine, de la philosophie politique des XVIIe et XVIIIe siècles et de la science galiléo-newtonienne, repose sur un nombre réduit de fondements: – l'idée d'une société d'individus (au sens de Louis Dumont), – la valorisation de la production et – la double autonomie de l'économie vis-à-vis tant de la nature que des strates non économiques de la société. Or, l'envolée du chômage et de l'exclusion jointe à la destruction de l'environnement manifestent la crise d'une pratique économique fondée sur une telle vision du monde. Trois réponses, trois «scénarios» sont proposés par l'écologie pour relever le défi posé par les dysfonctionnements de la société technicienne.

Le premier, dit «fondamentaliste» (*deep ecology*), dont Aldo Leopold et Arne Naess sont les figures emblématiques, repose sur quatre propositions: – la nature possède une valeur intrinsèque, – l'ordre de la nature s'impose à l'homme, – la nature constitue la valeur suprême et – le droit doit se conformer à l'ordre naturel. Ces quatre postulats se réduisent en fait au principe d'un égalitarisme biocentrique et holiste dont le corrolaire, liberticide, est un rejet de l'anthropocentrisme et de la reconnaissance humaniste de la personne comme valeur suprême. A rejeter par tout démocrate !

Le deuxième scénario, dit «*autoritaire*» et auquel est attaché le nom de Hans Jonas, fait fond sur une critique des sciences et des techniques et conduit à une réélaboration de la notion de responsabilité. Prenant acte de la gravité et de l'étendue temporelle des dommages potentiels résultant de la techno-science, Hans Jonas affirme que nous sommes désormais responsables de l'existence même des générations futures et, dans une certaine mesure, de la perpétuation de la nature, condition de toute vie humaine future. La mise en place d'une telle responsabilité signifierait le gouvernement des experts. Toutefois, l'échec des expertocraties de l'Est et de l'Ouest rend ce scénario assez peu pertinent.

Le troisième scénario, dit «*démocratique*», vise à freiner de l'intérieur la dérive des sociétés industrielles, autrement dit tente de concilier les droits individuels de l'homme avec la nécessité de préserver ses conditions d'existence. Les propositions de trois auteurs sont analysées. La «Société conviviale» d'Ivan Illich définie comme une société où l'homme contrôle l'outil. La «Norme du suffisant» d'André Gorz, norme présente dans les sociétés traditionnelles et qui s'oppose à une croissance indéfinie de la production. Enfin, le développement d'une sphère des activités autonomes qui, selon Phillipe Van Parijs, permettrait de remédier aux problèmes posés tant par le modèle libéral que socialiste.

Un ultime chapitre examine les défis que doit relever l'écologie démocratique et propose pour cela des réflexions sur des thèmes qui vont du développement durable au rapport entre anthropocentrisme et responsabilité en passant par les limites à l'artificialisation.

L'ouvrage se clôt par un débat entre l'auteur et Jean-Paul Deléage (Directeur de l'excellente revue *Ecologie et Politique*), débat qui apporte d'utiles précisions par exemple sur la *deep ecology* ou sur la pensée de Hans Jonas.

Les scénarios de l'écologie éclaire donc les enjeux philosophiques et politiques de la pensée écologique contemporaine. A lire absolument par tous ceux qui veulent décrypter certains des débats les plus décisifs de cette fin de siècle.

Jean-Paul Maréchal, Rennes

Dominique BOURG, *L'homme artifice. Le sens de la technique,* Gallimard, coll. Le débat, Paris, 1996, 355 p.

A la différence de maints de ses collègues qui se réfugient dans l'histoire de la philosophie ou dans de petits essais consensuels rivalisant difficilement avec les manuels de terminale, Dominique Bourg est un philosophe qui interroge le monde et risque une pensée sur les grandes questions du moment. Venu de la philosophie du langage (on se souvient de *Transcendance et discours. Essai sur la nomination paradoxale de Dieu* paru au Cerf en 1985), il consacre désormais sa réflexion à l'environnement (*Les sentiments de la nature,* La Découverte, 1993 et *Les scénarios de l'écologie,* Hachette, 1996) et, ce qui lui est lié, à la question de la technique. C'est précisément l'objet de son dernier ouvrage, *L'homme artifice* paru à l'automne dernier chez Gallimard.

Pour Dominique Bourg, l'humanité ne saurait être pensée indépendamment de la technique dans la mesure où, comme il l'indique dès l'avant-propos, «l'humanité s'est [...] construite hors d'elle-même, sur le fond d'un édifice exosomatique, artificiel et objectif, c'est-à-dire par la constitution d'un réseau d'artefacts tant linguistiques qu'utilitaires» (p. 9). La technique assurant notre appartenance à la nature tout en nous arrachant à son emprise, la «question de la technique» peut donc être définie comme celle de nos relations à la nature pour autant que celles-ci dépendent des liens que nos artefacts entretiennent et nous permettent d'entretenir avec cette dernière (p. 13).

Après une première époque qui, s'inscrivant dans le sillage aristotélicien, pense l'homme comme immanent à la nature et une seconde qui, s'ouvrant avec Galilée, pose la transcendance de celui-là relativement à celle-ci, la période que nous vivons se caractérise par des relations entre technique et nature marquée au sceau de la transcendance et de l'immanence. Nous assistons en effet, sous le double impact de la mise au jour des techniques animales et surtout de l'explosion des technosciences, à un brouillage du lien qui unissait jadis et en apparence clairement, d'une part la technique et d'autre part l'humanité. D'où la thèse de l'autonomie de la technique à laquelle l'auteur réserve la totalité de la première partie.

Après avoir, dans un premier chapitre traitant des «liaisons dangereuses entre technique et politique», mis en évidence que Jean-Jacques Rousseau et Karl Marx soutiennent qu'il n'est de politique qu'autonome, c'est-à-dire dégagée des effets de la technique – le premier suggérant d'«arrêter si possible le progrès» et le second appelant à un dépassement de la division du travail social –, Dominique Bourg concentre ses attaques les plus vives sur deux représentants (à chacun desquels il réserve un chapitre) de la thèse de l'autonomie de la technique: Martin Heidegger et Jacques Ellul.

A Martin Heidegger pour qui la technique est un mode de dévoilement de l'étant antérieur à toute décision, autrement dit un envoi de l'Etre origine d'un destin, Dominique Bourg oppose qu'une telle conception fait de l'homme un simple instrument au service de l'Etre et ramène «à une conception tout aussi élémentaire de la politique que de la technique: l'instrumentalité cynique» (p. 79).

A la condamnation morale que Jacques Ellul adresse à la technique, l'auteur répond en soulignant que l'autonomie ne constitue nullement une caractéristique appartenant en propre à la seule technique, mais ressortit au contraire à l'imprévisibilité des résultats de l'action (p. 102) et que, loin de rétrécir nos libertés, la technique accroît notre domaine d'action et, partant, l'ensemble de nos libertés et de nos responsabilités. La technique apparaît donc dotée, non d'une autonomie absolue, mais d'une simple autonomie relative.

La deuxième partie de l'ouvrage, centrale aux deux sens du mot, est consacrée à l'analyse des rapports entre technique et humanité.

Dans un premier temps, Dominique Bourg met en évidence le rapport qui unit

l'outil et le langage. Il souligne pour cela que l'outil humain, par sa double propriété d'être utilisable à plusieurs reprises et indéfiniment reproductible, se rattache à la catégorie de l'universel. Le mot qui le désigne, mobilisable en toutes circonstances, en assure la pérennité. De plus, la permanence de l'outil permet un arrachement à l'environnement immédiat tandis que sa perfectibilité infinie ouvre la possibilité de penser le monde autrement qu'il n'est. Dans un second temps, consacré aux rapports entre la technique et le langage, l'auteur montre, qu'à l'instar de l'outil, le langage humain qui fusionne représentation et communication est simultanément naturel et institué. Par ailleurs, le langage apparaît également comme une technique. En effet, l'exemple des chiffres arabes et de la notation mathématique nous font voir à quel point les progrès de l'esprit peuvent dépendre d'inventions techniques touchant à la manipulation d'images (p. 152). Le langage et l'outil entretiennent donc des relations dialectiques et l'on peut donc penser que «l'aptitude des premiers hommes à manipuler leur environnement, les aurait [...] conduits [...] à développer un langage articulé, et ainsi à démultiplier leurs possibilités tant conceptuelles que manipulatrices» (p. 159). Jacques Ellul et Gilbert Hottois, qui occupent pourtant des positions différentes et extrêmes sur l'échiquier des possibles, supposent donc une humanité naturelle qui n'a jamais vu le jour (p. 170).

La troisième partie de l'ouvrage est consacrée à l'industrialisation et au recul de la nature.

Le premier chapitre met en évidence la signification anthropologique du machinisme. Aux deux fondements du lien social traditionnellement invoqués que sont le marché et l'Etat, il convient d'ajouter la technique. En effet, tandis que dans les sociétés pré-industrielles les fonctions et donc les relations sociales se fondent sur une tradition, dans les sociétés industrielles elles reposent sur un ordre extérieur objectif et matériel: l'état des techniques. La mise en synergie de la technique et du marché permet donc de refonder l'ordre social, cette refondation débouchant, au plan professionnel, sur une hiérarchie des compétences et, au plan public, sur une égalité des citoyens, autrement dit, sur l'emboîtement de la technique moderne et des institutions démocratiques (p. 204). Le chapitre se clôt par une réflexion sur les conséquences de la révolution informationnelle.

Le chapitre suivant est consacré à l'eugénisme dont trois variantes sont passées en revue: celle de Francis Galton selon laquelle il revient à l'Etat de faire prévaloir les lignées humaines les «plus convenables», celle du «nouvel eugénisme» de Robert L. Sinsheimer qui, se fondant sur les découvertes de la biologie moléculaire, ne requiert que «l'assentiment quasi spontané des individus» et celle d'Edward Wilson qui ne vise rien moins qu'à améliorer la nature humaine par création de gènes nouveaux et de fonctions inédites.

Le troisième chapitre analyse les mutations de l'agriculture contemporaine qui se manifestent tant dans les nouvelles compétences exigées des agriculteurs que dans les rapports que ceux-ci sont amenés à entretenir avec la nature.

Le dernier chapitre, enfin, fait une analyse critique de l'écologie radicale. Il débute par un examen des différences qui séparent l'anthropocentrisme grec de l'anthropocentrisme judéo-chrétien. Ce dernier, qualifié d'anthropocentrisme d'extériorité, confère à l'homme une exceptionnalité métaphysique qui le rend responsable du monde. En ce qui concerne l'écologie radicale, les critiques de Dominique Bourg ne manquent pas. Selon les adeptes de ce courant, la nature est source de valeurs. Or, souligne l'auteur (et c'est le philosophe du langage qui ici réapparaît), affirmer une telle chose constitue une «contradiction performative» dans la mesure où «les valeurs n'existent que pour autant que nous les reconnaissons; elles n'existent que par l'acte même de leur reconnaissance. En imputer l'origine à la nature, c'est prétendre reconnaître un état de choses indépendant de la nature, lors même

qu'on l'institue en l'énonçant.» (p. 331) Par ailleurs, la mise en pratique du programme de l'écologie radicale conduirait à un anthropocentrisme redoublé dans la mesure où, seuls les humains pouvant ester en justice, la nature serait représentée par des humains dans le cadre de procès organisés par des humains. L'anthropocentrisme est donc indépassable et l'auteur appelle à la fondation, non d'un droit de la nature, mais d'un droit pour la nature.

Philosophe du langage, de la nature, de la technique et du politique, Dominique Bourg, utilisant également une vaste érudition économique et juridique, entrecroise brillamment ces registres pour nous livrer une réflexion originale et impeccablement documentée. Face à l'une des questions les plus urgentes du siècle qui s'achève, il accomplit ainsi une tâche devant laquelle se dérobent tant de ses confrères, donner au monde un surcroît d'intelligibilité.

Jean-Paul Maréchal, Rennes

Florence BURGAT, *Animal, mon prochain*, éd. Odile Jacob, Paris, 1997, 254 p.

Si, au sein de la littérature engendrée par l'attention croissante portée à la nature, de nombreux textes s'avèrent malheureusement être de purs exercices de style à visée exclusivement médiatique, il en est heureusement d'autres qui constituent des parcours de pensée dont les auteurs, avec leur intelligence et leur sensibilité, sont présents derrière chaque mot et nous invitent à la découverte de terres philosophiques méconnues bien que frôlées quotidiennement. C'est dans cette deuxième catégorie qu'il convient incontestablement de classer l'ouvrage de Florence Burgat consacré à l'animal ou, plus précisément, aux rapports entre les thématiques de l'animalité, de l'éthique et du droit.

L'auteur part du constat que l'animal est systématiquement défini relativement à l'homme selon une «structure privative»; il est sans âme, sans raison, sans conscience... Ce discours, qui pose une différence métaphysique entre l'homme et l'animal, ramène ce dernier au statut d'objet et disqualifie d'emblée toute interrogation éthique à son sujet. L'animal apparaît donc pour le philosophe comme une pure négativité, comme un objet indigne d'intérêt. Dans cette perspective traditionnelle, l'animal se voit donc réifié et, partant, privé de droits.

Or, la question des droits de l'animal, quelle que soit la réponse que l'on y apporte, mérite un examen attentif. Il existe en effet deux approches et donc deux fondements au droit naturel. Selon la première, le droit naturel désigne «l'ensemble des devoirs que me dicte ma raison envers les êtres raisonnables» (p. 33). Cette approche anthropocentrée fait fond sur la dignité métaphysique que confère à l'homme l'usage de la raison. A cette première conception selon laquelle seuls les êtres doués de raison, en fait les hommes, peuvent bénéficier de droits naturels s'oppose une seconde conception selon laquelle le droit naturel englobe la totalité des êtres vivants sensibles (c'est-à-dire dotés d'un système nerveux) indépendamment d'une éventuelle capacité intellectuelle. Cette deuxième approche qui échange la raison contre la sensibilité et fonde ainsi le droit naturel non sur la maîtrise ou la possession d'un langage mais sur la capacité à souffrir, inclut naturellement l'animal dont on ne peut pas nier qu'il puisse ressentir de la souffrance même si cette dernière nous demeure mystérieuse. Dans le cadre de cette approche que l'on peut qualifier de «pathocentrique» et qui s'enracine également dans l'utilitarisme d'un Peter Singer selon laquelle tous les êtres vivants ont un intérêt fondamental à ne pas souffrir, l'animal doit donc se voir conféré des droits qui n'ont bien sûr rien à voir avec certains droits conférés aux humains et qui sont par exemple le droit de ne pas être soumis à des mauvais

traitements ou à des actes cruels, de ne pas être massacrés pour les animaux sauvages ou encore d'être soignés pour les animaux domestiques (pp. 58-60).

Il s'agit donc de reconsidérer les fondements de l'éthique à la lumière d'une ontologie renouvelée qui ne soit plus celle «qui s'articule autour de la ligne de partage instaurée par la métaphysique du sujet» (p. 70). En effet, «si l'homme demeure le sujet de l'énonciation de la morale et du droit, il lui faut rompre avec l'"humanisme chauvin" qui se réservant le "monopole de l'altérité", déclare l'homme seul respectable comme *autre*» (p. 70).

Le fondement de la morale doit donc reposer sur la pitié, cadre dans lequel la maxime de mon action est dictée par une expérience pure de toute argumentation (p. 213) et dont l'origine serait innée. Florence Burgat reprend ici le débat qui oppose d'une part Kant, qui fonde la morale dans des concepts purs *a priori*, vides de tout contenu, et d'autre part Rousseau et Schopenhauer pour qui la pitié est le fondement de la morale dans la mesure où elle permet une identification avec l'autre au-delà même de la barrière de l'espèce.

Comme on le voit, le livre de Florence Burgat tout à la fois élargit notre regard et nous inquiète en déstabilisant des catégories que l'on croyait définitivement établies. Par ailleurs cette note de lecture serait gravement incomplète si l'on ne mentionnait pas l'extraordinaire connaissance empirique que l'auteur possède du sort réservé à certains animaux ainsi que son savoir dans le domaine du droit de la protection de l'animal. On lira pour s'en convaincre les deux petits livres qu'elle a consacrés, l'un à l'animal en tant qu'aliment: *L'animal dans les pratiques de consommation* (PUF, coll. Que sais-je?, n° 374, Paris, 1995), l'autre à sa protection juridique: *La protection de l'animal* (PUF, coll. Que sais-je?, n° 3147, Paris, 1997,).

Si une recension est une façon, comme c'est le cas ici, de souligner l'extrême intérêt d'un livre et le courage intellectuel de son auteur, ce peut être également le lieu d'entamer avec lui un dialogue. Deux problèmes nous semblent être posés par Florence Burgat qui mériteraient une réponse approfondie.

Le premier concerne le droit et plus précisément la question de son énonciation. En effet, si l'on admet (et l'on est bien contraint de le faire) que seul l'homme peut énoncer des droits, même s'il s'agit des droits des animaux, ne serait-il pas finalement plus efficace de promouvoir un droit envers l'animal (dont la pitié pourrait constituer le socle) plutôt qu'un droit de l'animal qui risque en fait comme l'a montré Dominique Bourg à propos du droit de la nature de conduire à un anthropocentrisme redoublé? La déclaration des droits de l'animal ne stipule-t-elle pas elle-même dans son article 9, et comment faire autrement?, que «la défense et la sauvegarde de l'animal doivent avoir des représentants au sein des organismes gouvernementaux»?

Le deuxième problème, effleuré dans l'introduction (p. 18), est celui du type de discours que l'on est en droit de tenir sur l'animal et, partant, celui de la possibilité même d'un décentrement du regard qui, permettant une identification à l'animal, serait susceptible de fonder la pitié. En effet, ainsi que le met fort bien en évidence Françoise Dastur dans un article au titre significatif «Pour une zoologie "privative" ou *comment ne pas parler de l'animal*» (*Alter*, n° 3, 1995) nous ne pouvons jamais interpréter la vie animale qu'à partir de notre propre «ouverture à l'être» (p. 286). La vie n'étant donc «accessible pour nous que par une réduction privative à partir de l'existentialité» (p. 292), il nous faut admettre, avec Martin Heidegger que la pierre est sans monde (*weltlos*), que l'animal est pauvre en monde (*weltarm*) et que l'homme, seul, est formateur (configurateur) de monde (*weltbildend*). Cette perpective phénoménologique conduit certes à récuser l'octroi de droits aux animaux mais également à rejeter la réification de ces derniers. «A l'époque de la *libération de l'animal* écrit F. Dastur, qui est aussi celle du ravalement de l'animal au statut de

qu'on l'institue en l'énonçant.» (p. 331) Par ailleurs, la mise en pratique du programme de l'écologie radicale conduirait à un anthropocentrisme redoublé dans la mesure où, seuls les humains pouvant ester en justice, la nature serait représentée par des humains dans le cadre de procès organisés par des humains. L'anthropocentrisme est donc indépassable et l'auteur appelle à la fondation, non d'un droit de la nature, mais d'un droit pour la nature.

Philosophe du langage, de la nature, de la technique et du politique, Dominique Bourg, utilisant également une vaste érudition économique et juridique, entrecroise brillamment ces registres pour nous livrer une réflexion originale et impeccablement documentée. Face à l'une des questions les plus urgentes du siècle qui s'achève, il accomplit ainsi une tâche devant laquelle se dérobent tant de ses confrères, donner au monde un surcroît d'intelligibilité.

Jean-Paul Maréchal, Rennes

Florence BURGAT, *Animal, mon prochain*, éd. Odile Jacob, Paris, 1997, 254 p.

Si, au sein de la littérature engendrée par l'attention croissante portée à la nature, de nombreux textes s'avèrent malheureusement être de purs exercices de style à visée exclusivement médiatique, il en est heureusement d'autres qui constituent des parcours de pensée dont les auteurs, avec leur intelligence et leur sensibilité, sont présents derrière chaque mot et nous invitent à la découverte de terres philosophiques méconnues bien que frôlées quotidiennement. C'est dans cette deuxième catégorie qu'il convient incontestablement de classer l'ouvrage de Florence Burgat consacré à l'animal ou, plus précisément, aux rapports entre les thématiques de l'animalité, de l'éthique et du droit.

L'auteur part du constat que l'animal est systématiquement défini relativement à l'homme selon une «structure privative»; il est sans âme, sans raison, sans conscience... Ce discours, qui pose une différence métaphysique entre l'homme et l'animal, ramène ce dernier au statut d'objet et disqualifie d'emblée toute interrogation éthique à son sujet. L'animal apparaît donc pour le philosophe comme une pure négativité, comme un objet indigne d'intérêt. Dans cette perspective traditionnelle, l'animal se voit donc réifié et, partant, privé de droits.

Or, la question des droits de l'animal, quelle que soit la réponse que l'on y apporte, mérite un examen attentif. Il existe en effet deux approches et donc deux fondements au droit naturel. Selon la première, le droit naturel désigne «l'ensemble des devoirs que me dicte ma raison envers les êtres raisonnables» (p. 33). Cette approche anthropocentrée fait fond sur la dignité métaphysique que confère à l'homme l'usage de la raison. A cette première conception selon laquelle seuls les êtres doués de raison, en fait les hommes, peuvent bénéficier de droits naturels s'oppose une seconde conception selon laquelle le droit naturel englobe la totalité des êtres vivants sensibles (c'est-à-dire dotés d'un système nerveux) indépendamment d'une éventuelle capacité intellectuelle. Cette deuxième approche qui échange la raison contre la sensibilité et fonde ainsi le droit naturel non sur la maîtrise ou la possession d'un langage mais sur la capacité à souffrir, inclut naturellement l'animal dont on ne peut pas nier qu'il puisse ressentir de la souffrance même si cette dernière nous demeure mystérieuse. Dans le cadre de cette approche que l'on peut qualifier de «pathocentrique» et qui s'enracine également dans l'utilitarisme d'un Peter Singer selon laquelle tous les êtres vivants ont un intérêt fondamental à ne pas souffrir, l'animal doit donc se voir conféré des droits qui n'ont bien sûr rien à voir avec certains droits conférés aux humains et qui sont par exemple le droit de ne pas être soumis à des mauvais

traitements ou à des actes cruels, de ne pas être massacrés pour les animaux sauvages ou encore d'être soignés pour les animaux domestiques (pp. 58-60).

Il s'agit donc de reconsidérer les fondements de l'éthique à la lumière d'une ontologie renouvelée qui ne soit plus celle «qui s'articule autour de la ligne de partage instaurée par la métaphysique du sujet» (p. 70). En effet, «si l'homme demeure le sujet de l'énonciation de la morale et du droit, il lui faut rompre avec l'"humanisme chauvin" qui se réservant le "monopole de l'altérité", déclare l'homme seul respectable comme *autre*» (p. 70).

Le fondement de la morale doit donc reposer sur la pitié, cadre dans lequel la maxime de mon action est dictée par une expérience pure de toute argumentation (p. 213) et dont l'origine serait innée. Florence Burgat reprend ici le débat qui oppose d'une part Kant, qui fonde la morale dans des concepts purs *a priori*, vides de tout contenu, et d'autre part Rousseau et Schopenhauer pour qui la pitié est le fondement de la morale dans la mesure où elle permet une identification avec l'autre au-delà même de la barrière de l'espèce.

Comme on le voit, le livre de Florence Burgat tout à la fois élargit notre regard et nous inquiète en déstabilisant des catégories que l'on croyait définitivement établies. Par ailleurs cette note de lecture serait gravement incomplète si l'on ne mentionnait pas l'extraordinaire connaissance empirique que l'auteur possède du sort réservé à certains animaux ainsi que son savoir dans le domaine du droit de la protection de l'animal. On lira pour s'en convaincre les deux petits livres qu'elle a consacrés, l'un à l'animal en tant qu'aliment: *L'animal dans les pratiques de consommation* (PUF, coll. Que sais-je ?, n° 374, Paris, 1995), l'autre à sa protection juridique: *La protection de l'animal* (PUF, coll. Que sais-je ?, n° 3147, Paris, 1997,).

Si une recension est une façon, comme c'est le cas ici, de souligner l'extrême intérêt d'un livre et le courage intellectuel de son auteur, ce peut être également le lieu d'entamer avec lui un dialogue. Deux problèmes nous semblent être posés par Florence Burgat qui mériteraient une réponse approfondie.

Le premier concerne le droit et plus précisément la question de son énonciation. En effet, si l'on admet (et l'on est bien contraint de le faire) que seul l'homme peut énoncer des droits, même s'il s'agit des droits des animaux, ne serait-il pas finalement plus efficace de promouvoir un droit envers l'animal (dont la pitié pourrait constituer le socle) plutôt qu'un droit de l'animal qui risque en fait comme l'a montré Dominique Bourg à propos du droit de la nature de conduire à un anthropocentrisme redoublé ? La déclaration des droits de l'animal ne stipule-t-elle pas elle-même dans son article 9, et comment faire autrement ?, que «la défense et la sauvegarde de l'animal doivent avoir des représentants au sein des organismes gouvernementaux» ?

Le deuxième problème, effleuré dans l'introduction (p. 18), est celui du type de discours que l'on est en droit de tenir sur l'animal et, partant, celui de la possibilité même d'un décentrement du regard qui, permettant une identification à l'animal, serait susceptible de fonder la pitié. En effet, ainsi que le met fort bien en évidence Françoise Dastur dans un article au titre significatif «Pour une zoologie "privative" ou *comment ne pas parler de l'animal*» (*Alter*, n° 3, 1995) nous ne pouvons jamais interpréter la vie animale qu'à partir de notre propre «ouverture à l'être» (p. 286). La vie n'étant donc «accessible pour nous que par une réduction privative à partir de l'existentialité» (p. 292), il nous faut admettre, avec Martin Heidegger que la pierre est sans monde (*weltlos*), que l'animal est pauvre en monde (*weltarm*) et que l'homme, seul, est formateur (configurateur) de monde (*weltbildend*). Cette perpective phénoménologique conduit certes à récuser l'octroi de droits aux animaux mais également à rejeter la réification de ces derniers. «A l'époque de la *libération de l'animal* écrit F. Dastur, qui est aussi celle du ravalement de l'animal au statut de

produit alimentaire de masse [...], de pièce de musée [...] et de jouet vivant [...], peut-être n'est-il pas inutile de rappeler que l'être-avec l'animal ne va pas de soi et que *laisser* l'animal hanter notre monde, nous inquiéter par son altérité, est peut-être la seule façon d'être véritablement *avec* lui, sans l'instrumentaliser ni lui prêter faussement un visage humain – ce qui n'est pas exclusif d'une étrange amitié entre lui et nous» (p. 303).

Jean-Paul Maréchal, Rennes

Alain PAPAUX et Eric WYLER, *L'éthique du droit international*, Presses universitaires de France, coll. Que sais-je ? n° 3185, Paris, 1997, 128 p.

La thèse principale de l'ouvrage peut être résumée comme suit. Longtemps le positivisme juridique a imprimé son sceau à la science juridique occidentale. Par sa tendance au formalisme et à l'abstraction il a séparé le droit des phénomènes sociaux et culturels ainsi que des valeurs sur lesquelles seules il peut reposer. La volonté du législateur est affranchie de tout élément ordonnateur (*potestas absoluta*). Les valeurs sont relégués à l'ordre de l'irrationnel. Entre le général et le particulier, le positivisme a toujours donné son parti au général. Or les auteurs dirigent au contraire notre attention vers un droit des situations particulières en rupture avec la tradition positiviste prévalant notamment depuis l'ère des codifications modernes. Ce *ius in re,* comme l'appellent les auteurs, se définit en tant que «droit induit des relations entre choses particulières et existantes *hic et nunc*» (p. 8). Il repose sur une éthique *in re*, issue d'un corps social et d'une culture situées. Il est de ce fait éloigné des abstractions généreuses d'une éthique universelle. D'où découlent des conséquences importantes pour le droit international.

Pour les auteurs, le droit international général, par cela qu'il s'oriente à l'universel, tend à l'irréalité et à l'inefficacité. C'est un *Law in books.* Au contraire, le droit international régional et local, issu de solidarités particulières, peut connaître des réalisations utiles et des succès. Tout tient à ceci: en cherchant à s'abstraire de l'enracinement culturel pour suffire à ses dogmes d'universalité et de supériorité, le droit universel perd tout point d'attache avec une éthique qui seule pourrait lui conférer ce degré d'assentiment et d'obéissance sans lequel le droit est voué à une croissante inefficacité. Les auteurs donnent divers exemples pour illustrer les échecs du droit international général et les avancées réelles opérées au niveau régional. L'ouvrage se clot par une hiérarchie des ordres juridiques selon leur degré de rapprochement à l'idéal du *ius in re*. Il y a d'abord le droit interne, puis le droit international privé, puis le droit international régional et enfin, au point le plus éloigné, le droit international général. D'où la condamnation de cette branche du droit dans nombre de ses manifestations actuelles.

L'ouvrage constitue un effort intéressant de mettre en lumière des aspects rarement abordés par la doctrine du droit international. Le raisonnement qui aboutit à la condamnation du positivisme juridique, tributaire d'une solide tradition, mérite plein appui. L'appréciation réservée de certaines tendances cherchant des effets un peu tapageurs ou activistes au sein de la société internationale n'est pas moins pertinente. D'autres aspects méritent plus de réflexion. Les faveurs faites au *ius in re* nous paraissent excessives. Le droit situé n'est qu'un aspect de la vie du droit. Le droit est certes actuation mais il est aussi puissance (norme). L'abstrait (quant à la matière) et le général (quant à la personne) forment donc un aspect de son essence propre. C'est cette vision plus large et non antinomique entre le général et le particulier qui nous semble faire défaut. L'un n'est pas réductible à l'autre. De même, le régional ne peut assurer les fonctions ni les finalités du

général et vice versa. Chacun de ces ordres juridiques a des caractéristiques et des fonctions *in ordine suo*. De surcroît ils sont liés entre eux. Hostiles aux dichotomies positivistes, les auteurs en reproduisent ici d'autres non moins tranchées.

Peut-être aurait-il été utile d'évoquer au préalable les rapports entre droit et éthique et ce d'autant plus que les auteurs ont de l'éthique une vue très étroite. Peut-on réellement dire que le particulier seul repose sur une éthique réelle, parce qu'il est culturellement enraciné, alors que tout soubassement de ce genre ferait défaut à l'universel ? A notre sens le point de départ est au contraire que là où il y a droit il y a de l'éthique. Aucun droit ne peut exister sans un minimum de valeurs communes (cf. A. Verdross, «Die Wertgrundlagen des Völkerrechts», *Archiv des Völkerrechts*, vol. 4, 1953/4, p. 129ss). Ces valeurs du droit international général auraient mérité plus d'attention.

De manière accessoire, la critique très virulente des droits subjectifs et de tout droits soupçonnés d'individualisme nous paraît dangereuse. Elle conduit à une réductibilité trop importante de l'homme aux valeurs politiques ou collectives (dépersonnalisation).

Finalement, et c'est un aspect non négligeable, l'ouvrage est d'une lecture difficile. Il suppose des connaissances préalables en philosophie et théorie du droit. Le style s'encombre de termes techniques parfois un peu excessifs.

Concluons en insistant sur l'intérêt de ce livre stimulant qui gagne certainement à être lu.

Robert Kolb, Genève

Corinne LEPAGE, *«On ne peut rien faire, Madame le ministre...»*, Albin Michel, Paris, 1998, 293 p.

Ancien Ministre de l'environnement dans le Gouvernement d'Alain Juppé, Corinne Lepage rend compte dans un style à la fois allègre et désabusé, de son expérience gouvernementale. Sa thèse centrale, étayée par d'innombrables exemples, tient en une phrase : «Les technocrates sont en position de force face aux ministres». (p. 21) Or ces technocrates, en France, sont constitués par les «grands corps de l'Etat», composés d'une part des grands corps «administratifs» tels que le Conseil d'Etat, l'Inspection des finances, la Cour des comptes, le Quai d'Orsay, le Corps préfectoral, dont les membres ont été formés par l'Ecole nationale d'administration, les fameux «énarques», et des grands corps «techniques» tels les ingénieurs des ponts et chaussées, du génie rural ou de l'armement dont les membres sont issus de l'Ecole polytechnique et de quelques autres, les «X-mines» constituant le sommet du système. (p. 45)

Nous nous concentrerons ici sur le chapitre 5 de cet ouvrage, chapitre intitulé «Les neutrons au pouvoir». L'auteur commence par évoquer l'affaire Viel, du nom de ce professeur à l'Université de Besançon qui avait publié dans la *British Medical Review* en 1995 une étude signalant une possible corrélation entre le taux anormalement élevé de leucémie chez les enfants du Cotentin, en Normandie, et le rejets d'effluents radioactifs par l'usine de retraitement nucléaire de La Hague. Aussitôt les technocrates du nucléaires constitués par les représentants de la Direction de la sûreté des installations nucléaires (DSIN), l'Office de protection des rayonnements ionisants (OPRI) – qui a pris la suite du Service central de protection contre les rayonnements ionisants (SCIPRI) que dirigea le célèbre professeur Pellerin lequel immédiatement après l'accident de Tchernobyl déclara que les nuages radioactifs avaient épargné l'Hexagone ! –, le Commissariat à l'énergie atomique (CEA)

ainsi que la COGEMA, maître d'œuvre de La Hague, se réunirent secrètement afin d'«établir la réponse politiquement correcte à donner à l'étude Viel». (p. 78) «Ne s'agit-il pas d'organiser la désinformation?» (p. 79) C'est avec toutes les peines du monde que Corinne Lepage obtint la constitution d'une Commission d'expertise plus ou moins indépendante.

Les deux thèses de ce chapitre sont les suivantes:

1. Déficit démocratique fondamental de l'industrie nucléaire française qui échappe même à l'Etat de droit

«La France n'a jamais connu aucun débat sur le nucléaire, hormis pour déterminer la gestion des déchets radioactifs de longue durée dans le cadre des laboratoires souterrains prévus par la loi du 30 décembre 1991. Aucun gouvernement n'a jamais saisi le Parlement d'un texte de loi et n'a jamais organisé de débat sur ce sujet tabou.» (p. 90)

«La base du droit nucléaire en France est un décret, celui du 11 décembre 1963. Ce décret, signé du Premier Ministre de l'époque, Georges Pompidou, modifié à plusieurs reprise, fixe les conditions dans lesquelles les centrales nucléaires peuvent être autorisées. Le régime est moins sévère que pour les installations classées», à savoir les usines chimiques et assimilées. (p. 90)

La raison fondamentale de cet état de chose tient au fait que la filière du plutonium – représentée par les prétendus surrégénérateurs Phénix et SuperPhénix et par l'usine de retraitement des combustibles usée de La Hague – choisie par les gouvernements français successifs à l'instigation des technocrates du nucléaire, les «nucléocrates» est une filière militaire camouflée. (pp. 80, 81 et 95)

2. Dissociation du parc électronucléaire d'Electricité de France (EDF) et de la filière du plutonium

Selon Corinne Lepage, loin d'être un bloc indissociable, le nucléaire «est composé de deux parties: le parc EDF et la filière plutonium, qui ne relèvent pas de la même logique». (p. 99)

Aussi bien, l'abandon du surrégénérateur SuperPhénix de Creys-Malville devint inévitable par ses dysfonctionnements multiples. «C'est – écrit-elle – la sanction d'une mauvaise décision qui aura coûté la bagatelle de 60 à 70 milliards à la collectivité, et ce, en pure perte. Personne n'a été sanctionné pour cette erreur majeure.» (p. 96)

On sait que l'abandon du SuperPhénix a été prononcé par le Gouvernement Jospin à l'initiative du successeur de Corinne Lepage au Ministère de l'environnement, Dominique Voynet.

Toutefois, selon Corinne Lepage, cet abandon aurait été accordé dans le cadre d'un marché de dupes, soit moyennant l'accord discrètement donné par le nouveau Gouvernement français à l'emploi généralisé du combustible MOX dans le parc électronucléaire d'EDF. Ce combustible MOX qui, à l'uranium légèrement enrichi utilisé par le passé, ajoute du plutonium sans avantages techniques ou économiques mais avec beaucoup d'inconvénients écologiques et des risques considérables en matière de sûreté, constitue, depuis l'effondrement du programme surrégénérateur français dont SuperPhénix devait n'être qu'une tête de série industrielle, la seule justification non militaire de l'usine de La Hague. (pp. 12, 91 et 92)

Par conséquent, grâce à «l'opacité organisée», à la complicité des politiques plus sensibles à leur popularité à court terme qu'à l'intérêt général à long terme, donc à celui aussi des générations à venir, la France reste sous la coupe du «pouvoir caché» des «nucléocrates». (pp. 85 et 87)

Si Corinne Lepage est assurément convaincante dans ses dénonciations, elle l'est moins lorsqu'elle postule qu'il y aurait deux logiques et surtout deux technologies nucléaires, l'une acceptable constituée par le parc d'EDF, l'autre qui ne le serait pas constituée par la filière du plutonium. Et si la première de ces deux technologies était presque aussi redoutable que la seconde?

Ivo Rens, Genève

Bella et Roger BELBÉOCH, Sortir du nucléaire, c'est possible avant la catastrophe, L'esprit frappeur, 7/9 passage Dagorno, 75020 Paris, 127 p.

Pour être important un livre n'a pas nécessairement besoin d'être «ventru». Et cet opuscule est assurément important par l'immensité de l'enjeu, l'originalité des thèses et plus encore par la rigueur de l'argumentation.

L'enjeu n'est autre que le maintien de l'habitabilité de la France et, implicitement au moins, des autres pays adonnés à l'électronucléaire ou, à tout le moins, la survie de la démocratie dans ces contrées. Les technocrates ont imposé à la France cette technologie en la présentant «comme l'énergie de l'avenir, abondante à l'infini, parfaitement sûre, une énergie sans déchets» (p. 12). Toutefois, leur discours s'est subrepticement infléchi, surtout depuis l'accident de Tchernobyl survenu en 1986, et de nos jours ils reconnaissent que cette industrie produit bel et bien des déchets qui resteront préoccupants pendant des siècles et qu'un accident radiologique majeur comme celui de Tchernobyl, quoiqu'ayant une très faible probabilité d'occurrence, ne saurait être exclu en France même de sorte qu'il convient de se préparer à le «gérer». (p. 31 à 46) Les auteurs contestent toute pertinence au calcul des probabilité en l'espèce eu égard à l'indigence des références statistiques et surtout à l'extrême magnitude du risque radiologique majeur. «Les accidents sur nos réacteurs sont désormais reconnus comme étant possibles. C'est l'ampleur de leurs conséquences qui doit être l'élément clé du dossier nucléaire concernant l'acceptabilité de cette énergie.» (p. 5) Or ces conséquences seraient catastrophiques pour la France, le pays industriel le plus nucléarisé, comme le reconnaissent expressément le président de la Société française de médecine de catastrophe et implicitement les nucléocrates et les gouvernements français successifs qui, depuis 1986, ont par décrets aménagé le droit français dans le sens d'une radioprotection toujours plus laxiste en vue de pouvoir «gérer» une éventuelle «urgence radiologique», euphémisme créé par la Commission internationale de protection contre les radiations ionisantes (CIPR) et par lequel les nucléocrates désignent l'accident nucléaire majeur. Au demeurant cette «gestion» obéit à une logique économique mais à des méthodes militaires, l'objectif étant de protéger d'abord les installations nucléaires bien plus que les travailleurs du nucléaire ou les populations promises aux maladies des rayons et aux évacuations, ce qui démontre l'incompatibilité fondamentale entre l'électronucléaire et la démocratie.

Devant pareil constat toute politique raisonnable consisterait à décider de «sortir du nucléaire». Toutefois, compte tenu du conditionnement de la majorité de l'opinion publique française par plusieurs décennies de propagande nucléocratique, la plupart des «écologistes» – c'est-à-dire des écologistes politiques représentés en France surtout par les Verts – ont opté pour une sortie en douceur. «Ils exigent une *décision immédiate* pour un arrêt futur du nucléaire, par le non-renouvellement des réacteurs (vers 2010 et même plus tard). Cela leur permet de se placer dans la mouvance antinucléaire tout en faisant alliance avec des pronucléaires notoires. Cette stratégie politico-électoraliste est particulièrement néfaste pour la crédibilité du mouvement antinucléaire au sein d'une population de plus en plus écœurée par les magouilles politicardes.» (p. 101) Aussi bien les auteurs s'en prennent tout particulièrement aux «leurres» inhérents à l'argumentation des Verts actuellement au pouvoir dans la «majorité plurielle».

Nos auteurs, pour leur part, préconisent une reprise en main de leur destin par les Français qui, enfin conscientisés aux risques de catastrophe inhérents à l'électronucléaire, décideraient démocratiquement l'abandon «rapide» de cette industrie. Pour cela, paradoxalement, les principaux obstacles idéologiques à écarter sont issus de la mouvance écologiste. Sortir rapidement du nucléaire

implique en effet la reconnaissance de l'irréalisme inhérent aux mythes bâtis sur les «énergies renouvelables».

«Ces énergies ne peuvent pas, actuellement, remplacer l'énergie nucléaire. Il n'est pas évident qu'elles pourront jouer un rôle important même dans un avenir lointain sans une modification profonde de la société. Toute référence exclusive aux énergies renouvelables pour sortir de l'impasse nucléaire a pour conséquence la justification et le maintien de l'énergie nucléaire pendant longtemps. Ceci est totalement inacceptable.

Une stratégie de sortie rapide du nucléaire, pour être crédible et acceptable par la population, ne doit compter que sur les technologies directement utilisables actuellement, c'est-à-dire, outre l'hydraulique, la production d'énergie électrique à partir des combustibles fossiles: le fioul, le gaz et le charbon. Et cela n'est pas délirant puisque la plus grande partie de l'énergie électrique utilisée dans les pays industrialisés provient de ces technologies.» (pp. 49 et 50) Autrement dit, le seul préalable pour sortir du nucléaire consiste pour les Français à renoncer à ce que leur pays reste un «cas aberrant parmi les pays industrialisés du point de vue de l'électricité d'origine nucléaire» (p. 47).

L'originalité des auteurs est d'argumenter sur la base de données chiffrées, aucune stratégie énergétique sérieuse ne pouvant s'en dispenser. Or donc, en 1995, année de référence, la production d'électricité d'EDF qui représente 94 % de la production totale française, a été de 470,6 TWh. Pendant cette année, la France a exporté 70 TWh d'électricité. Par ailleurs, l'autoconsommation de l'électronucléaire au cours de cette même année – due notamment aux usines d'enrichissement et de retraitement – peut être évaluée à quelque 28 TWh.

«Si on attribue ces 98 TWh au thermique nucléaire, la consommation électrique en 1995 peut être évaluée à 372,6 TWh. La puissance des installations thermiques classiques existantes, alimentées en combustibles fossiles, est de 24 GW. Elles ne fonctionnent actuellement qu'avec une efficacité de 17,5 %. Elles peuvent fonctionner avec une efficacité bien plus grande que les réacteurs nucléaires car ce sont des installations robustes exigeant un entretien moindre que les installations nucléaires. Elles pourraient fournir annuellement 190 TWh. Avec une capacité hydraulique de 75,5 TWh, cela permettrait une production de 265,5 TWh. Pour assurer la consommation actuelle, il manquerait donc 107 TWh soit 30 % de la production électronucléaire actuelle.» (pp. 55 et 56)

En réalité ce 30 % restant pourrait être résorbé par l'abandon rapide du chauffage électrique «qu'EDF a favorisé d'une façon intensive et qui est l'utilisation la plus irrationnelle de l'électricité.» (p. 56) Il conviendrait d'une part d'interdire l'installation de chauffage électrique dans les nouvelles habitations et d'autre part de prendre des mesures visant à susciter une rapide reconversion des chauffages électriques installés en chauffage au gaz.

Par conséquent, les auteurs préconisent notamment l'arrêt immédiat de 70 % des réacteur existants sur les 57 que compte le parc électronucléaire français, à choisir parmi ceux qui menacent des régions difficiles à protéger en cas d'accident, l'abandon du retraitement et de la production du combustible MOX, et bien sûr l'arrêt immédiat des exportations et de l'autoconsommation de l'électronucléaire, puis l'arrêt rapide des 30 % restant grâce à «la mise en place sur les centrales thermiques classiques des dernières améliorations dont EDF et les Charbonnages de France ont la maîtrise concernant la rétention des produits nocifs; la mise en chantier de réacteurs à combustibles fossiles qu'EDF a développés récemment («charbon propre»), en particulier pour l'exportation – en Chine – et pour son propre usage éventuel (puissance de 600 et 700 MWé); la mise en place d'un programme national d'aide à la réduction du chauffage électrique.» (p. 60)

Certes, le recours aux combustibles fossiles présente l'inconvénient de contribuer à

accroître la dérive anthropogénique de l'effet de serre. Nos auteurs n'en disconviennent pas mais considèrent que cette contribution supplémentaire n'aurait qu'une incidence marginale. Sur ce point leur argumentation nous paraît moins solidement étayée que sur les autres problèmes. Le risque inhérent au changement climatique est loin d'être négligeable pour la Planète et pour la France elle-même. Peut-être aurait-il fallu ici tenter d'entreprendre une analyse comparative de l'efficacité ou de l'impact des diverses stratégies énergétiques françaises possibles respectivement sur le risque d'une catastrophe nucléaire et sur celui d'une catastrophe climatique et serait-il possible de conclure que, à elle seule, la France a les moyens d'éviter la première de ces catastrophes mais non point la seconde qui ne peut être conjurée qu'au niveau mondial.

Nos auteurs ne se désintéressent nullement des énergies renouvelables et des économies d'énergie. Mais ils estiment que les potentialités actuelles ou prochaines des unes et des autres ne sont pas du même ordre de grandeur que celui de la production d'électricité nucléaire, sauf pour ce qui est de l'abandon du chauffage électrique: «Une réduction drastique du chauffage électrique est l'un des éléments clés pour l'abandon total de l'électronucléaire en France, car il représente environ 30 % de la consommation électrique domestique.» (p. 79) A leur avis, «il ne devrait pas y avoir d'opposition entre une sortie rapide du nucléaire avec les moyens dont on dispose (hydraulique, charbon, fioul) et le développement d'une stratégie énergétique pour une société vivable à plus long terme.» (p. 108)

«Dans le débat sur la sortie du nucléaire les énergies alternatives jouent un rôle primordial au sein du mouvement antinucléaire. Il est évident que vivre comme nous vivons actuellement avec de l'énergie solaire et éolienne serait extrêmement attrayant. Le même confort de vie, pas de danger, pas de déchets, pas d'atteinte à l'environnement. Malheureusement, la réalité est très différente. Les énergies renouvelables, les seules qui pourraient assurer un avenir énergétique sur des temps infinis, ne peuvent garantir notre mode de vie actuel. C'est donc une escroquerie de le prétendre.» (p. 87)

Ce que craignent par dessus tout les auteurs, c'est que leur pays attende une catastrophe pour sortir du nucléaire. L'entreprise serait alors infiniment plus difficile et douloureuse. Leur attitude, prophétique, est authentiquement catastrophiste puisqu'elle dénonce la politique catastrophique que suivent sans désemparer les gouvernements français depuis le lendemain de la IIe Guerre mondiale.

Ivo Rens, Genève

Thomas NILSEN, Igor KUDRIK, Alexandre NIKITINE, *La flotte russe du Nord*, Editions Médecine & Hygiène/Georg Editeur, Genève, 1998, 254 pages.

L'édition originale de l'ouvrage en question a pour titre *The Russian Northern Fleet* éditée en 1996 par la Fondation Bellona d'Oslo, une organisation non gouvernementale qui, depuis 1989 – année de la chute du Mur de Berlin – se préoccupe des problèmes environnementaux du nord-ouest de la Russie et de l'océan Arctique.

La situation écologique de ces régions depuis la fin de l'ère soviétique est, sinon désespérée, pour le moins alarmante – mais était-ce si différent auparavant ? En effet, la presqu'île de Kola et la mer Blanche, avec les ports de Mourmansk, Severodvinsk, etc. et leurs régions respectives, sont le lieu d'installations de stockage d'uranium et de déchets radioactifs, et d'abandon de sous-marins à propulsion nucléaire désarmés. «En Russie, écrivent les auteurs, le désarmement de ces sous-marins est devenu un problème national.» (p. 187) Les entrepôts sont combles et leur déliquescence souvent irrémédiable: «Si des mesures de sécurité ne sont pas mises en

place, de graves accidents et le déversement de matière fissile seront inévitables.» Tous les ans, par exemple, environ 10 000 m^3 de gaz radioactifs s'échappent des seuls chantiers navals de Zvezdochka. Les gaz provenant des laboratoires et des hangars de construction ($Krypton_{85}$, $Xénon_{133}$) sont recueillis dans des ballons où l'on mesure leur activité. Si elle est supérieure aux normes, d'ailleurs imprécises, «ils sont alors dilués dans l'air avant d'être relâchés» (p. 183)! (Il faut par ailleurs remarquer que la situation à La Hague, sans être aussi dramatique, est néanmoins préoccupante: cf. l'ouvrage de Françoise Zonabend, *La presqu'île au nucléaire*, Editions Odile Jacob, Paris, 1989, et notre article «Pouvoir nucléaire, vers un néo-paganisme» in *Stratégies énergétiques, Biosphère & société,* Editions Médecine et Hygiène, Genève, 1995.)

L'ouvrage décrit les différents types de navires et les accidents nucléaires survenus à bord; il énumère les arsenaux et les chantiers navals. Le manque d'argent et l'incompétence des responsables sont souvent mis en cause. Des dates, des photos, des cartes et des plans, ainsi qu'une abondante bibliographie convainquent le lecteur du sérieux du rapport de la Fondation Bellona. En maints endroits les menaces de catastrophes en devenir aux conséquences irréversibles sont si réelles qu'en regard nos soucis sociaux et philosophiques font figures d'amuse-gueule d'un cinq à sept.

En publiant en français le Rapport Bellona, la Société suisse pour la protection de l'environnement et les Editions Georg ont fait œuvre utile. Les auteurs, quant à eux, ont travaillé sur le terrain des opérations en accord avec des organisations écologiques russes. Thomas Nilsen est un ancien élève du Norwegian Institute of Technology and Natural Sciences. Igor Kudrik est spécialisé dans l'étude de la pollution radioactive d'origine civile et nucléaire. Alexandre Nikitine, formé à l'Ecole navale de Sébastopol, maintenant capitaine de vaisseau en retraite, avant de travailler, de 1985 à 1992, au service de la sécurité nucléaire du Ministère de la Défense, a servi dans la flotte du Nord. Il y a des vérités que les nucléocrates n'aiment guère entendre, aussi fut-il accusé de haute trahison et d'espionnage et passa dix mois en prison pour avoir «prétendument vendu à la Fondation Bellona des informations très protégées» (p. 7). Maintenant relaxé grâce à des interventions internationales et en résidence surveillée, il attend un hypothétique procès.

En outre l'étude a bénéficié des conseils de Nils Bohmer, physicien nucléaire, diplômé de l'Université d'Oslo; de Nikolai Mormul, contre-amiral en retraite de la flotte russe du Nord ayant servi à bord du premier sous-marin nucléaire soviétique; enfin de Vyacheslav Perovsky, chimiste nucléaire, engagé depuis le milieu des années 1980 à l'Institut de technologie industrielle Minatom de Saint-Pétersbourg.

Joel Jakubec, Coppet

René LONGET, *La Suisse en reconstitution, outils pour l'action,* Editions Jouvence, Grand-Lancy/Genève, 1997, 160 pages.

Ainsi que le précise le sous-titre – outils pour l'action – René Longet, en quelques pages concises et incisives, esquisse un programme politique pour l'avenir de la Suisse. Le moment est bien choisi puisque la Confédération helvétique moderne fête cette année ses 150 ans d'existence.

L'étude de Longet est d'autant plus de circonstance que son préfacier, Jacques-André Tschoumy, part d'un constat de crise: «développements économiques en dents de scie, partenariats sociaux déséquilibrés, appareil politique inadéquat, pluralisme culturel frileux, politiques extérieures incertaines, systèmes de formation désuets». Le diagnostic est sévère et sans doute dépasse nos compétences pour que nous puissions juger sans faille de sa pertinence. Nous nous demandons

néanmoins en quel lieu il serait plus favorable, alors que l'économie mondiale entière est en dents de scie, passant d'une recession asiatique à une autre; que le pluralisme culturel, à l'heure du retour des nationalismes les plus virulents, n'est bientôt plus un peu partout qu'un souvenir; que la politique de l'OTAN et de la Communauté européenne, par exemple en ex-Yougoslavie, ne satisfait plus personne...

Quoi qu'il en soit, ce sont ces divers thèmes énumérés plus haut que Longet aborde avec perspicacité. L'auteur adopte d'emblée une vue large et «haute»; ce n'est ni en polémiste, ni dans le cadre d'une partialité obtuse qu'il s'adresse à son lecteur, mais davantage en citoyen soucieux de l'avenir du pays, en philosophe qui constate que «la crise touche les valeurs»: Longet se révèle à l'occasion *éthicien,* et nous lui en savons gré.

En tant que député au Grand Conseil genevois et ancien conseiller national à Berne, l'auteur a eu, et a l'occasion d'étudier la plupart des dossiers importants de l'heure; ce sont en quelque sorte les thèmes de ses divers chapitres. Nous n'allons pas les déflorer, laissant au lecteur futur le plaisir de la découverte. Disons simplement – et cela nous semble la clef de lecture de l'ouvrage entier – que l'auteur aborde chacun des sujets avec le désir, nous dirions presque la passion, de transmettre le sens des responsabilités, le sens de l'engagement pour le bien commun. Le dialogue honnête et communautaire, loin de toute exclusion, en est le moyen privilégié. Longet est un «classique»; avec lui la politique retrouve sa noblesse et son sens étymologique, elle est l'intérêt pour la «πολις» antique, la «ville», le lieu de notre habitation commune.

Remarquons néanmoins que Longet consacre quelques pages qui nous intéressent plus particulièrement, à savoir la question énergétique et l'environnement – en effet, l'auteur est directeur romand de la Société suisse pour la protection de l'environnement (SPE). On le devine, les techniques permettant de consommer moins d'énergie et le recours aux énergies renouvelables ont sa préférence. Mais là encore, et avec bonheur, c'est dans le cadre d'une «reconstitution» sociétale qu'il entrevoit une solution à l'urgence du problème. Un livre utile, au graphisme agréable.

Joel Jakubec, Coppet

Barbara SKORUPINSKI, «La génétique dans l'agriculture comme sujet de réflexion éthique» in *Les cahiers protestants,* Genève, n° 2, avril 1997.

Si les problèmes que suscite la génétique relève naturellement des sciences de la nature, ils empiétent néanmoins largement sur le champ – souvent plus complexe encore – de l'éthique. Aussi c'est dans ce cadre-ci que Barbara Skorupinski, docteur en biologie, a choisi d'aborder la génétique dans l'agriculture, mentionnant précisément qu'elle travaille à l'Institut d'éthique sociale de l'Université de Zurich.

Elle part d'une constatation à la fois générale et angoissante: «Les recherches actuelles sont centrées sur des aspects relevant de la biologie moléculaire et de l'écologie, tels que l'efficacité et le rendement des plantes modifiées. Mais on laisse dans l'ombre certaines recherches écologiques et certains examens de l'évolution biologique qui devraient les accompagner.» Par ailleurs, elle relève un manquement d'ordre méthodologique dans l'appréciation des conséquences éventuelles de l'usage de certains organismes génétiquement modifiés – vice méthodologique particulièrement répandu chez les promoteurs du nucléaire: «Dans la discussion publique au sujet des risques, de nombreux malentendus proviennent de ce que le terme risque recouvre plusieurs significations. La science de la sécurité comprend souvent le terme risque comme la comparaison d'une probabilité et d'une mesure des dégâts. Une telle définition présuppose la possibilité de

quantifier ces deux données. En ce qui concerne les conséquences d'un usage libre d'organismes génétiquement modifiés, il n'est pas possible de donner des indications sûres. C'est pourquoi il serait plus judicieux de parler de décisions en condition d'insécurité/ incertitude que de décision en condition de risques.»

Barbara Skorupinski pose deux garde-fous – aux nombreux corollaires qu'elle examine en détail ultérieurement – à la mise en libre circulation des organismes génétiquement modifiés dans l'agriculture: 1) la préservation de la santé humaine et 2) de l'environnement dans sa structure interactive comme condition pour que cette génération et les suivantes puissent s'alimenter. Elle précise bien qu'il s'agit ici non pas d'«éthique fondamentale», mais d'«éthique appliquée». En parlant de «structure interactive», elle est en plein accord avec la définition que donne de l'écologie le *Lexique des sciences sociales* (Dalloz, Paris, 1994) du professeur Madeleine Grawitz, et la recherche écologique depuis Ernst Haeckel en 1866 déjà! On se demande parfois pourquoi des évidences si simples ont tant de peine à s'imposer.

Il faut signaler que la contribution de B. Skorupinski s'insère dans un cahier intégralement réservé à la bioéthique avec des apports d'Edouard Dommen, professeur invité au Centre d'études quakers, Université de Sunderland, de Jean-Marie Thévoz, maître assistant à l'Unité de recherche et d'enseignement en bioéthique de la Faculté de médecine de l'Université de Genève, de Jean-Jacques Daetwyler, journaliste scientifique, etc.

Depuis nombres d'années, *Les cahiers protestants,* fidèles à la tradition réformée, toutefois sans exclusivisme, demeurent un forum éthique ouvert aux questions théologiques, sociales, politiques, écologiques, économiques et artistiques.

Joel Jakubec, Coppet

RÉSUMÉS

Comment évaluer le droit de la radioprotection ?
Ivo Rens
Pour évaluer correctement le droit de la radioprotection, il convient de le situer dans la perspective à la fois d'une approche historique critique des techniques et de l'émergence de l'écologie globale. L'une et l'autre devraient inspirer modestie et prudence aux juristes comme aux experts.

Effets des radiations ionisantes sur la Biosphère
Hubert Greppin
La distribution des principaux éléments chimiques dans les grands compartiments de l'environnement est présentée, de même que la nature des radionucléïdes de vie longue et les principales unités d'appréciation de leurs propriétés. Les causes de la différence de sensibilité des espèces sont énumérées, de même que les propriétés des écosystèmes face à l'irradiation. L'accent est mis sur l'insuffisance de l'information concernant la biosphère et les effets à long terme de doses chroniques faibles ou modérées.

L'évolution du système de protection de la CIPR
Hylton Smith
Au cours des cent dernières années les fondements biologiques de la radioprotection ont évolué: Alors qu' initialement les radiations ionisantes étaient tenues pour inoffensives, il est généralement admis de nos jours qu'elles occasionnent des préjudices à la santé, tels que cancers radio-induits et conséquences héréditaires graves, en proportion avec la dose reçue et sans seuil. Le premier objectif de la radioprotection est d'offrir à l'espèce humaine un niveau de protection approprié sans pour autant limiter indûment les pratiques bénéfiques donnant lieu à l'exposition aux dites radiations.

Comment sommes-nous «protégés» contre le rayonnement ? Les normes internationales de radioprotection. Le rôle de la Commission internationale de protection radiologique
Roger Belbéoch
Quels ont été les concepts développés par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) afin de régenter les détriments sanitaires liés à l'utilisation du rayonnement au cours de ses 70 ans d'existence, depuis la radiodermite jusqu'à l'«urgence radiologique» ? De quelle protection radiologique s'agit-il ? En analysant les volumineux documents publiés par la CIPR il apparaît un souci permanent: ne pas contrarier le développement des utilisations du rayonnement. Avec l'essor de l'industrie nucléaire les recommandations de la CIPR, visant au départ à la protection des individus, ont évolué vers la gestion socio-économique des risques où l'individu disparaît.

Introduction à la problématique juridique de la radioprotection en droit international
Anne Rainaud
Le risque nul n'existe pas; cependant, si l'activité nucléaire est à la source de risques radiologiques, le droit international de la radioprotection a pour vocation d'une part d'éviter le risque radiologique inacceptable en diffusant des principes généraux d'exploitation du nucléaire assimilables par l'ensemble de la communauté internationale, et d'autre part, de minimiser l'impact du risque réalisé malgré les précautions prises.

Accidents nucléaires et droit international: remarques sur les trois Conventions de Vienne de 1986 et 1994
Catherine-Zoï Varfis
L'énergie nucléaire est par définition une activité à risque, complexe à réglementer. Sa complexité résulte de la synergie de facteurs différents. Un de ces facteurs est la résistance étatique à tout effort d'internationalisation de

la réglementation. La catastrophe de Tchernobyl est le point de départ d'une nouvelle génération de conventions nucléaires. La prévention des accidents devient le concept-clef du régime actuel, et impose quatre éléments différents: l'information/notification, l'assistance, la sûreté et la coopération internationale continue.

Le jeu des conventions internationales en matière de réparation des dommages nucléaires
Helena Conruyt
Le développement de l'utilisation de l'énergie atomique à usage pacifique a entraîné l'analyse des risques qui y sont liés et l'étude des moyens les plus adéquats propres à réparer les dommages des accidents potentiels quelles que soient par ailleurs les mesures de prévention mises en place par les responsables des installations nucléaires.

Un système satisfaisant d'indemnisation des victimes suppose, toutefois, une solidarité internationale. Depuis les années 1960 les droits nationaux ont reflété les principes fondamentaux des Conventions de Paris et de Vienne. La présente contribution s'efforce d'en préciser la nature et d'en suivre l'évolution.

Le principe de précaution et la radioprotection
Marie-Claude Boehler
Le principe de précaution doit aujourd'hui interpeller et guider en faveur d'une plus grande responsabilisation celles et ceux qui décident et agissent dans le cadre d'activités confrontées à la prise de risque. La responsabilité qui modèle a priori l'action dans la prise de risque et sanctionne a posteriori les conséquences de celle-ci entre aujourd'hui dans un nouvel âge: celui de la culture du risque perçue à travers l'idée de précaution. La Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) s'inspire de la logique de la précaution lorsqu'elle recommande à ses contemporains un système de gestion responsable et prudente du risque lié à l'utilisation des rayonnements ionisants. C'est le principe ALARA qui traduit sans doute le mieux le souci permanent de privilégier l'action responsable et vigilante dans une problématique de réduction et surtout de répartition acceptée par tous du risque radiologique en deçà des limites de dose individuelles. Mais la précaution interpelle aussi le droit de la radioprotection et représente un enjeu en matière de responsabilité lorsque les tribunaux sont confrontés à l'interprétation du système de protection radiologique.

La réglementation de l'Union européenne en radioprotection
Jean-Michel Courades
La législation communautaire en radioprotection basée sur l'article 31 du Traité Euratom s'applique à toute source d'exposition aux rayonnements ionisants: exposition aux rayonnements naturels, exposition professionnelle, exposition médicale, exposition du consommateur et des populations résidant aux voisinages des installations, aussi bien en situation normale qu'en situation accidentelle. Cette législation s'appuie sur une directive-cadre dite «Directive de base». Nous examinons ici ce texte de base ainsi que les textes complémentaires au regard de la protection à la fois de la population et des travailleurs exposés profesionnellement.

Le rôle de l'Agence internationale de l'énergie atomique en matière de radioprotection
Jean-Marie Rainaud
L'A.I.E.A. a été créée pour assurer le développement de l'énergie nucléaire. En contrepartie elle doit garantir la non utilisation militaire du matériel, des matières fissiles et des technologies. La radioprotection n'est qu'une préoccupation seconde de l'Agence. Or, les succès, et plus encore les échecs, vont conduire l'Agence à voir dans la radioprotection une «ardente obligation».

Interférences entre l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS)
Michel Fernex
Le silence opposé à ceux qui cherchent à connaître les répercussions sur la santé – cancers, malformations congénitales, atteintes au génome, etc.- liées aux industries atomiques pourrait être le fruit de l'Acccord qui lie l'OMS à l'AIEA, accord qui semble contraire à la Constitution de l'OMS. En effet, cet Accord stipule que des données pouvant nuire à la promotion du nucléaire doivent demeurer confidentielles et que l'OMS doit consulter l'AIEA avant de planifier des recherches dont les résultats pourraient interférer avec les buts de l'AIEA: la promotion du nucléaire commercial.

Le rôle de l'UNSCEAR dans le développement des bases scientifiques de radioprotection
Burton G. Bennett
Depuis 1955, une commission de l'Assemblée générale des Nations Unies, la Commission scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des radiations atomiques (UNSCEAR), a passé en revue les sources et les effets des radiations ionisantes. Toutes les personnes sont continuellement exposées aux radiations de fond naturelles. Bien que les pratiques et événements d'origine humaine provoquent également des expositions aux radiations, ces expositions sont en général inférieures aux expositions naturelles. Certains groupes d'individus ayant reçu des expositions supérieures à la suite de circonstances particulières (les survivants de Hiroshima et Nagasaki, des patients traités médicalement) font l'objet d'études épidémiologiques afin d'évaluer les risques radioactifs. Les dernières évaluations de l'UNSCEAR ont été publiées en 1993, 1994 et 1996.

Radioactivité et droit du travail
Anne Millet-Devalle
Le droit du travail relatif au risque nucléaire n'a pas pour seule finalité la protection des travailleurs, même si les réglementations fondées sur le principe d'optimisation des expositions aux rayonnements, et l'amélioration des textes encadrant la surveillance des radiations ont permis une réduction de l'exposition aux rayonnements des salariés. Ce droit spécifique protège également l'industrie nucléaire: ses gains de productivité sont préservés par l'autorisation du recours à des salariés d'entreprises extérieures dont le suivi dosimétrique est difficile à organiser; ses risques sont limités par le recours à l'exposition exceptionnelle ou d'urgence des travailleurs en cas d'accident.

Tchernobyl, conséquences sanitaires et écologiques 1986-1997
Jean Pierre Revel
La catastrophe de Tchernobyl est la première de ce type, elle n'a pas encore fini de révéler toutes ses conséquences. Comme toute catastrophe, elle a des effets importants, d'une part sur la santé tant physique que psychiques des populations affectées et, d'autre part, sur l'environnement. Le texte suivant passe en revue ces effets tels qu'ils sont reconnus à l'heure actuelle par les instances internationales.

Comprendre Tchernobyl. Résistances à un défi épistémologique
Jean Rossiaud
L'auteur entreprend de montrer la singularité de la catastrophe de Tchernobyl en la définissant comme une catastrophe *globale et « en devenir »*, puis de la considérer comme un « événement historico-mondial », emblématique de l'émergence d'un nouveau système épistémique et social, que l'on pourrait nommer la « modernité de l'incertitude », et, enfin, de la concevoir dans les multiples espaces-temps qui la caractérisent. Il conclut en présentant brièvement deux types d'obstacles qui

retardent aujourd'hui la prise en compte de ce nouveau paradigme: premièrement des obstacles psycho-idéologiques et culturels, et secondement des obstacles épistémologiques.

Responsabilités occidentales dans les conséquences sanitaires de la catastrophe de Tchernobyl, en Biélorussie, Ukraine et Russie
Bella Belbéoch
Les experts occidentaux ont constamment minimisé les conséquences sanitaires, présentes et à venir, de la catastrophe de Tchernobyl. Par leur soutien sans réserve au pouvoir central soviétique, par leur intervention dans les décisions d'évacuation de zones contaminées trois ans après l'accident, ils ont contribué à maintenir les populations sur ces territoires au détriment de leur santé et de cela ils sont directement responsables. A la suite de Tchernobyl, ils ont désormais mis au point dans l'indifférence générale, des critères de gestion strictement économiques pour gérer les crises nucléaires futures qui ne peuvent être exclues sur nos propres réacteurs nucléaires.

Les risques des politiques électronucléaires
Franco Romerio
L'auteur effectue un bilan des risques des politiques électronucléaires du point de vue de la sécurité des approvisionnements énergétiques et de l'environnement. Il montre les risques inhérents aux stratégies énergétiques qui essayent de réaliser leurs objectifs à travers un choix technologique unilatéral. Il approfondit aussi le problème de l'écart existant entre la «réalité» et les «objectifs» poursuivis par les acteurs en jeu, car cet écart permet de comprendre de nombreuses décisions de politique énergétique.

Droit nucléaire et droit maritime
Françoise Odier
Le droit maritime et le droit nucléaire, l'un fort ancien marqué par l'histoire, l'autre nouveau répondant aux technologies les plus avancées ont en commun la notion de danger. C'est parce qu'ils régissent l'un et l'autre des activités dangereuses qu'ils mettent en oeuvre des techniques comparables. Cette parenté a permis l'enrichissement mutuel de ces deux types de droit.

Le droit nucléaire a emprunté au droit maritime la limitation de responsabilité qui permet de préserver l'exploitant nucléaire et le droit maritime a emprunté au droit nucléaire la responsabilité objective qui a permis l'évolution récente liée à la pollution. Ce phénomène de symbiose entre deux types de droit de nature différente met en évidence l'influence du milieu dans lequel les règles seront appliquées, sur leur contenu et la façon dont il faut les comprendre.

Le système suisse de radioprotection
Sandro Daïna
La structure fédérale de la Confédération suisse se reflète dans son système de radioprotection. Le partage des taches vertical (Confédération-cantons-communes) et horizontal (au sein même de la Confédération, entre plusieurs départements), en matière de radioprotection, confère a ce domaine un bon degré d'intégration parmi la population. Le revers de la médaille est constitué par une législation importante et la nécessité de coordonner les activités de chaque organisme. La catastrophe de Tchernobyl avait mis en lumière les lacunes du système. Celui-ci est maintenant moins opaque et plus performant.

De quelques effets tératogènes des radiations nucléaires sur la science et la jurisprudence des Etats-Unis
Robert M. Hager
Cet article traite de l'avantage économique indu qui a été attribué à l'énergie nucléaire sur le marché du fait qu'elle a été pratiquement dispensée de dédommager les atteintes à la santé et à la propriété qu'elle provoque.

Il retrace plusieurs des tactiques visant à éluder la responsabilité qui ont été utilisées aux Etats-Unis à l'occasion de litiges relatifs à des dommages dus aux radiations, et plus particulièrement le rôle de l'industrie nucléaire et de son sponsor gouvernemental en matière de distorsion du savoir scientifique et médical quant aux effets des radiations sur la santé. L'auteur conclut en préconisant la promotion d'un savoir scientifique et médical indépendant quant aux effets des radiations sur la santé pour remédier à l'impuissance du marché à évaluer convenablement les vrais coûts que l'industrie nucléaire fait peser sur l'économie.

L'homme, la radioprotection et le droit nucléaire *de lege ferenda*

François Bianchi et Alain Papaux

L'atome industriel rendra-t-il l'homme étranger à son environnement ? Le droit peut-il les réconcilier ? Pour répondre, il convient de préciser d'où l'on parle. 1) L'homme *au-dessus de la nature*, s'adossant aux certitudes du Progrès selon la vision mécaniciste et univoque du positivisme. 2) L'homme *dans la nature*, dont la science n'offre *qu'un point de vue* pami d'autres, sans certitudes absolues. Le principe de précaution n'est, dès lors, plus dans les seuls domaines déclarés incertains par les experts, mais *permanent.* On renoue avec une éthique *qualitative.* Le droit nucléaire requiert donc un choix authentiquement démocratique.

ZUSAMMENFASSUNGEN

STRAHLENSCHUTZ UND RECHT

Zwischen ökonomischen und ökologischen, politischen und ethischen Zwängen

Wie ist das Strahlenschutzrecht einzuschätzen ?
Ivo Rens
Um das Strahlenschutzrecht richtig einzuschätzen müssen gleichzeitig das historisch kritische Verfahren der Techniken und das Aufkommen der weltweiten Oekologiebewegung Beachtung finden. Beide sollten Vorsicht und Bescheidenheit bei Juristen und Experten erwecken.

Auswirkungen der ionisierenden Strahlung auf die Biosphäre
Hubert Greppin
Im vorliegenden Text werden die Verteilung der häufigsten chemischen Elemente in den Grossräumen der Natur, die Beschaffenheit der langlebigen Radionuklide und die prinzipiellen Beurteilungseinheiten ihrer Eigenschaften beschrieben. Es werden die Gründe für die unterschiedlich starke Anfälligkeiten der Arten, ebenso wie die Veränderungen der Oekosysteme nach einer Bestrahlung aufgezählt. Im Anschluss daran werden die Unzulänglichkeit an Information über die Biosphäre und die Auswirkungen von dauerhaft schwacher oder geringer Bestrahlung diskutiert.

Entwicklung des ICRP Schutzsystems
Hylton Smith
Die biologischen Grundlagen des Strahlenschutzes wurden in den letzten hundert Jahren entwickelt. Anfangs nahm man an, dass die ionisierende Strahlung harmlos sei, später gelangte man zu dem Standpunkt, dass Gesundheitsschäden, die sich als strahlenverursachter Krebs oder schwere Erbschäden äußern, proportional zu der schutzlos empfangenen Strahlenmenge sind. Das vorrangige Ziel des ICRP Schutzsystems ist nun, einen angemessenen Schutzstandard für den Menschen zu schaffen, ohne die vorteilhafte Nutzung, die mit Strahlung verbunden ist, übermässig einzuschränken.

Wie sind wir gegen die Strahlung „geschützt" ? Die internationalen Normen des Strahlenschutztes. Die Rolle der Internationalen Kommission für Strahlenschutz (ICRP)
Roger Belbéoch
Welche Konzepte sind bisher von der ICRP entwickelt worden, um die gesundheitlichen Schäden in den Griff zu kriegen, die sich im Laufe der 70 Jahre der Strahlennutzung gezeigt haben, angefangen bei der Radiodermatitis bis hin zum Strahlennotlage ? Um welche Art von Strahlenschutz handelt es sich ? Beim Studium der zahlreichen, von der ICRP veröffentlichten Schriften zeigt sich durchweg die Bemühung, die Entwicklung der Strahlennutzung nicht zu behindern. Mit dem Aufschwung der Nuklearindustrie änderten sich die Empfehlungen vom anfangs angestrebten Schutz des Individuums hin zur sozioökonomischen Verwaltung, in der das Individuum verschwindet.

Einführung in die rechtliche Problematik des Strahlenschutzes
Anne Rainaud
Ein Restrisiko bleibt immer; wenn unterdessen von der Nutzung der Atomenergie ein Strahlenrisiko ausgeht, ist das internationale Strahlenschutzrecht berufen, einerseits nicht hinnehmbare Risiken zu vermeiden, indem es allgemeine Grundsätze über die Nutzbarmachung der Atomenergie verbreitet, die von der internationalen Staatengemeinschaft übernommen werden können, und anderseits die Auswirkungen eines Risikos, das sich trotz der getroffenen Vorkehrungen verwirklicht hat, auf ein Minimum zu begrenzen.

Atomunfälle und das internationale Recht: Anmerkungen zu den drei Wiener Konventionen von 1986 und 1994

Catherine-Zoï Varfis

Kernenergie ist per Definition eine Risikotätigkeit, die umfassend zu reglementieren ist. Ihre Komplexität erfolgt aus dem Zusammenspiel verschiedener Faktoren. Einer der Faktoren ist der staatliche Widerstand gegen jegliche Bemühung zur Internationalisierung der gesetzlichen Regelung. Die Katastrophe von Tschernobyl ist der Ausgangspunkt für eine neue Generation nuklearer Konventionen. Die Vorbeugung von Unfällen wird zum Schlüsselkonzept der gegenwärtigen Rechtslage. Dazu müssen die folgenden vier Gesichtspunkte berücksichtigt werden: Information/Bekanntgabe, Unterstützung, Sicherheit und eine fortdauernde internationale Kooperation.

Das Spiel internationaler Konventionen bezüglich der Wiedergutmachung atomarer Schäden

Helena Conruyt

Die Nutzung von Atomenergie zu friedlichen Zwecken führte zur Untersuchung der damit verbundenen Risiken und der adäquatesten Mittel zur Wiedergutmachung von potentiellen Schäden, ungeachtet der Vorsichtsmassnahmen, die schon von den Verantwortlichen der nuklearen Einrichtungen getroffen worden sind. Ein zufriedenstellendes System zur Entschädigung der Opfer setzt dennoch internationale Solidarität voraus. Seit den sechziger Jahren spielgeln sich in den nationalen Rechten die grundlegenden Prinzipien der Konventionen von Paris und Wien wider. Der vorliegende Beitrag will deren Wesen darlegen und ihre Entwicklung verfolgen.

Grundlegende Richtlinien des Strahlenschutzes.

Marie-Claude Boehler

Zugunsten einer grösseren Verantwortlichkeit müssen die Vorsichtsmassnahmen diejenigen miteinbeziehen, die im Rahmen von risikoreichen Tätigkeiten entscheiden und handeln. Die Verantwortung, die die Risikoaufnahme und ihre Konsequenzen bedeutet, tritt heute in ein neues Zeitalter ein, nämlich das der Risikokultur, welche durch die grosse Anzahl der Vorsichtsmassnahmen wahrgenommen wird. Die Internationale Kommission für Strahlenschutz (ICRP) lehnt sich an die Logik der Vorsichtsmassnahmen an, denn sie empfiehlt ihren Zeitgenossen ein Verwaltungssystem, das sich verantwortlich und vorsichtig gegenüber dem Risiko im Umgang mit ionisierenden Strahlen zeigt. Bezüglich der Forderungen nach einer Strahlenreduktion und einer von allen akzeptierten Aufteilung des Strahlenrisikos – immer noch unterhalb der individuellen Grenzwerte –, verdeutlicht das ALARA-Prinzip sicherlich am besten das Bestreben, verantworungsvoll und wachsam zu handeln. Die Vorsichtsmassnahmen richten sich aber auch an das Strahlenschutzrecht und zwingen die Gerichte, Verantwortung zu übernehmen, sobald diese sich mit der Interpretation konfrontiert sehen.

Die rechtlichen Regelungen der Europäischen Union zum Strahlenschutz

Jean-Michel Courades

Die gemeinschaftliche Gesetzgebung gemäss Artikel 31 des EURATOM-Vertrags wird auf jegliche Art von Bestrahlung angewendet: die beruflich bedingte Strahlenexposition, Bestrahlung aus medizinischen Gründen, Bestrahlung der Konsumenten und der nahe von Atomanlagen wohnenden Bevölkerung, sowohl in der Normal-, als auch in der Unfallsituation. Diese Gesetzgebung stützt sich auf eine Rahmenrichtlinie, eine sogenannte „grundlegende Richtlinie". Wir untersuchen diesen Basistext und die Zusatztexte auf den Schutz der Bevölkerung und der Arbeiter, die arbeitsbedingt mit Strahlung in Berührung kommen.

Die internationale Atomenergiebehörde (IAEO) von Wien. Geschichte, Statut und Tätigkeit

Jean-Marie Rainaud

Die IAEO wurde zur Sicherung der Entwicklung der Atomenergie gegründet. Sie muss im Gegenzug dafür garantieren, dass das Material, die spaltbaren Substanzen und die Technologien nicht militärisch genutzt werden. Strahlenschutz ist für die Atombehörde nur von zweitrangiger Bedeutung. Die Erfolge, und mehr noch die Misserfolge, bringen die Atombehörde jedoch dazu, den Strahlenschutz als „dringende Notwendigkeit" zu betrachten.

Interferenzen zwischen der internationalen Atomenergiebehörde (IAEO) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO)

Michel Fernex

Denjenigen, die Informationen über die mit der Atomindustrie zusammenhängenden Auswirkungen auf die Gesundheit haben möchten – über Krebs, erbliche Missbildungen, Beeinträchtigung der Genome usw.- wird Schweigen entgegengebracht. Dies könnte die Folge der Vereinbarung sein, welche die WHO und die AIEA miteinander verbindet -eine Vereinbarung, die der Satzung der WHO entgegenzustehen scheint. Tatsächlich legt die Vereinbarung fest, dass Angaben, die der Förderung der Kernkraft schaden könnten, vertraulich bleiben müssen. Weiterhin muss die WHO bei der IAEO anfragen , bevor sie Untersuchungen plant, deren Ergebnisse mit den Zielen der IAEO kollidieren könnten, nämlich der kommerziellen Betreibung der Kernkraft.

Die Rolle von UNSCEAR bei der Entwicklung der wissenschaftlichen Grundlagen des Stahlenschutzes

Burton G. Bennett

Seit 1955 überprüft ein Komitee der Generalversammlung der Vereinten Nationen, das United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, die Quellen und Auswirkungen der ionisierenden Strahlung. Alle Menschen sind fortlaufend natürlicher Strahlung ausgesetzt. Obwohl auch von Menschen geschaffene Tätigkeiten und Ereignisse zu einer Strahlenexposition führen, ist diese normalerweise geringer als die natürliche Besrahlung. Manche Gruppen von Individuen haben aufgrund von speziellen Umständen eine höhere Bestrahlung erhalten (die überlebenden der Atombomen in Japan, medizinisch behandelte Patienten). Diese Gruppen werden in epidemiologischen Studien untersucht, die zur Auswertung der Strahlenrisiken dienen. Die letzten Bewertungen von UNSCEAR wurden 1993, 1994 und 1996 veröffentlicht.

Radioaktivität und Arbeitsrecht

Anne Millet-Devalle

Das Arbeitsrecht strebt bezüglich des Kernkraftrisikos nicht lediglich den Schutz der Arbeiter an, selbst wenn die Bestimmungen auf dem Wunsch einer Optimierung der Strahlenexposition basieren (die Verbesserung der Texte, die die Strahlenüberwachung behandeln, hat tatsächlich eine geringere Bestrahlung der Arbeiter möglich gemacht). Dieses spezifische Recht dient auch dem Schutz der Nuklearindustrie: ihr Produktivitätszuwachs ist geschützt durch die Erlaubnis, auf Angestellte externer Unternehmen zurückzugreifen, deren Strahlenwerte schwierig nachzuvollziehen sind; ihre Risiken sind dadurch begrenzt, dass die Arbeiter nur ab und zu, oder bei Unfällen und Notfällen den Strahlen ausgesetzt sind.

Vorläufige strahlenökologische und medizinische Bilanz des Unfalls von Tschernobyl, mehr als 10 Jahre danach

Jean-Pierre Revel

Die Katastrophe von Tschernobyl ist die erste dieser Art und hat noch nicht all ihre Konsequenzen gezeigt. Wie jede Katastrophe hat sie wichtige Auswirkungen: zum einen auf die physische und psychische Gesundheit der betroffenen Bevölkerung, und zum anderen

auf die Umwelt. Der folgende Text lässt diese Auswirkungen, so wie sie zur Stunde von den internationalen Instanzen anerkannt werden, Revue passieren.

Tschernobyl verstehen. Widerstände gegen eine erkenntnistheoretische Herausforderung
Jean Rossiaud
Der Verfasser verdeutlicht die Einmaligkeit der Katasrophe von Tschernobyl, indem er sie als globale und „im Werden begriffene" Katastrophe beschreibt und sie als ein historisch-weltweites Ereignis betrachtet, sinnbildlich für den Beginn eines neuen erkenntnistheoretischen und sozialen Systems, das man die „Moderne der Ungewissheit" nennen könnte. Nicht zuletzt beschreibt er die sie charakterisierenden vielfältigen Raum-Zeit-Welten. In der Zusammenfassung zeigt er kurz zwei Arten von Hindernissen, die das Angehen des neuen Phänomens aufschieben: zum einen psychologisch-ideologische sowie kulturelle, und zum anderen erkenntnistheoretische Hindernisse.

Die westliche Verantwortung für die gesundheitlichen Folgen der Tschernobylkatastrophe in Weissrussland, der Ukraine und Russland
Bella Belbéoch
Die westlichen Experten haben immer wieder die gegenwärtigen und zukünftigen gesundheitlichen Konsequenzen der Katastrophe von Tschernobyl verharmlost. Durch ihre restlose Unterstützung der russischen Zentralmacht durch ihr Einmischen in die Evakuierungspläne für die verseuchten Gebiete drei Jahre nach dem Unfall, haben sie dazu beigetragen, die Bevölkerung zum Schaden ihrer Gesundheit auf diesen Territorien zu lassen und hierfür sind sie unmittelbar verantwortlich. In der Folge von Tschernobyl haben sie weiterhin in genereller Gleichgültgkeit strikt ökonomische Verwaltungskriterien zur Regelung der zukünftigen Nuklearkrisen, die auch für unsere eigenen Kernreaktoren nicht ausgeschlossen werden können, aufgestellt.

Die Risiken der Elektronuklearpolitik
Franco Romerio
Der Verfasser zieht die Bilanz der Risiken in der Nuklearpolitik mit Blick auf die Sicherheit der Energieversorgung und der Umwelt. Er zeigt die inherenten Risiken der Energiestrategien, die ihre Ziele durch die Wahl von einseitiger Technologie zu verwirklichen suchen. Ausserdem verdeutlicht er die Kluft zwischen der „Realität" einerseits und den „Zielen" der Akteure andererseits. Hierdurch sind zahlreiche Entscheidungen der Energiepolitik besser zu verstehen.

Atomrecht und Seerecht
Françoise Odier
Atomrecht und Seerecht haben als Gemeinsamkeit die Gefahr zum Inhalt, obwohl das eine alt und von der Geschichte bestimmt ist, das andere den fortschrittlichen Technologien entspricht. Sie ist die Folge davon, dass beide gefährliche Tätigkeiten regeln und vergleichbare Techniken anwenden. Diese Verwandtschaft hat die gegenseitige Bereicherung der beiden Rechtstypen ermöglicht.

Das Atomrecht hat vom Seerecht die Haftungsbeschränkung übernommen, welche den Atomhändler schützt; das Seerecht hat vom Atomrecht die Gefährdungshaftung übernommen, die die jüngste Entwicklung bezüglich der Umweltverschmutzung erlaubte.

Anhand des Zusammenspiels von zwei Gesetzestypen wird der Einfluss des Umfelds verdeutlicht, in dem die Regelungen angewendet werden. Dieses besitzt Einfluss sowohl auf den Inhalt, als auch auf die Art und Weise, wie die Regelungen zu verstehen sind.

Das Schweizer Strahlenschutzsystem
Sandro Daïna
Die föderale Struktur der schweizerischen Bundesstaates spiegelt sich in ihrem System des Strahlenschutzes wider. Die Teilung der Aufgaben des Strahlenschutzes auf vertikaler (Bund – Kantone – Gemeinden) und horizon-

taler (innerhalb des Bundesstaates, zwischen mehreren Verwaltungsbezirken) Ebene, gewährt diesem Gebiet einen hohen Grad an Integration in der Bevölkerung. Die Kehrseite der Medaille bilden ein erhebliches Mass an Reglementierung und die Notwendigkeit, die Tätigkeit aller Organe zu koordinieren. Die Katastrophe von Tschernobyl hat die Lücken des Systems ans Licht gebracht. Dieses ist jetzt leistungsfähiger und weniger undurchsichtig.

Negative Auswirkungen auf die US-amerikanische Wissenschaft und Jurisprudenz durch Probleme mit der radioaktiven Strahlung
Robert M. Hager
Dieser Artikel behandelt den ökonomischen Vorteil, welcher fälschlicherweise der Kernenergie im Markte zugestanden worden ist als Folge der praktischen Dispensierung, Gesundheits- und Sachschäden, die sie verursacht hat, zu kompensieren. Im folgenden werden verschiedene Taktiken, sich der Haftung zu entziehen, beschrieben.

Der Mensch, Das internationale Strahlenschutzrecht *de lege ferenda*
François Bianchi et Alain Papaux
Entfremdet die industrielle Nutzung der Atomenergie den Menschen von seiner Umwelt? Kann das Gesetz die Menschen wieder versöhnlich stimmen? Um die Frage zu beantworten, muss präzisiert werden, aus welcher Perspektive man die Sache betrachtet:

1) *Der Mensch über der Natur stehend*, sich gemäss der kausalen und unzweideutungen Sichtweise des Positivismus an die Gewissheit des Fortschritts anlehnend.
2) *Der Mensch in der Natur*, wobei die Wissenschaft nur *einen* von mehreren Gesichtspunkten darstellt und keine absoluten Gewissheiten bietet.

Die Regeln der Vorsichtsmassnahmen findet man seitdem nicht nur in den von Experten als unsicher eingeschätzten, sondern in durchweg allen Bereichen. Hier wird an eine *qualitative* Ethik angeknüpft. Das Atomrecht fordert daher eine echt demokratische Wahl.

SUMMARIES

RADIOLOGICAL PROTECTION AND NUCLEAR LAW

Between the economic and ecological, political and ethical constraints

How do we evaluate the law on radiological protection ?

Ivo Rens

The author believes that in order to correctly evaluate the law on radiological protection, it should be considered both in the perspective of an historical, critical approach to the techniques and within the context of the emergence of a global ecology, either one of which should induce a degree of reserve and prudence in jurists and experts alike.

Effects of ionising radiation on the Biosphere

Hubert Greppin

The author presents the distribution of the main chemical elements in the major environmental segments, as well as the nature of long life radionuclides and the principal units for estimating their properties. The causes of the difference in sensitivity between species are enumerated, as are the properties of ecosystems faced with radiation. The emphasis is placed on the lack of information about the biosphere and the long term effects of weak or moderate chronic doses.

Evolution of the ICRP System of Protection

Hylton Smith

The biological bases of radiological protection have evolved over the past hundred years from the view that ionising radiations were harmless to the point where it is generally accepted that health detriment, expressed as radiation-induced cancers and serious hereditary effects, is proportional to the dose received without a threshold. The primary aim is to provide an appropriate standard of protection for people without unduly limiting the beneficial practices that give rise to nuclear exposure.

How are we 'protected' against radiation ? The international radiological protection standards. The role of the International Commission for Radiological Protection.

Roger Belbéoch

What concepts have been developed by the International Commission for Radiological Protection (ICRP) to overcome the health detriment linked to radiation use during the 70 years of its existence, from radiodermite to "radiological emergencies"? What radiological protection does it consist of ? In analysing the profusion of documents published by the ICRP, one overriding concern is apparent – not to impede the development of radiation use. As the nuclear industry has taken off, the CIPR's recommendations, originally aimed at the protection of the individual, have developed into socio-economic risk management in which the individual has been ignored.

Introduction to the legal problematic of radiological protection

Anne Rainaud

Zero risk does not exist. However, if nuclear activity is at the root of radiological risks, the task of international law on radiological protection is to avoid unacceptable radiological risks by setting out general principles governing nuclear exploitation that will have the approval of the entire international community. It must also minimise the impact of any risks that may be incurred despite whatever precautions have been taken.

Nuclear accidents and international law: comments on the three Vienna Conventions of 1986 to 1994.

Catharine-Zoï Varfis

Nuclear energy is, by definition, a hazardous activity, complicated to regulate. Its complex-

ity results from the synergy of several factors. One of these is the resistance of governments to any attempt at international regulation. The Chernobyl disaster was the starting point for a new generation of nuclear conventions. Prevention of accidents has become the keystone of the present culture and involves four different elements: information/notification, assistance, security and continuous international co-operation.

The impact of international conventions with regard to reparations for nuclear damage
Helena Conruyt
The development of the use of nuclear energy for peaceful purposes has led to the analysis of linked risks and the study of the most suitable methods of making reparation for the damage from potential accidents regardless of the preventive measures put in place by those responsible for the nuclear installations.

A satisfactory system of compensation for victims presupposes, however, international agreement. Since the 1960s, national laws have reflected the fundamental principles of the Paris and Vienna Conventions. The present contribution endeavours to specify their nature and follow their development.

The precautionary principle and the radiological protection
Marie-Claude Boehler
The precautionary principle must today challenge and guide towards a greater acceptance of responsibility those who decide and act within the framework of activities containing an element of risk. That type of responsibility which first undertakes an action involving risk and subsequently sanctions the consequences is today entering upon a new age – one where the element of risk is seen through the idea of precaution. The International Commission on Radiological protection (ICRP), had precaution in mind when it recommended to its counterparts a responsible and prudent risk management system governing the utilisation of ionising radiation. It is the ALARA principle which doubtless best conveys the permanent concern in favour of responsible and vigilant action where radiological risks, within the limits of individual doses, are concerned. This must be carried out within a problematic of reduction and, above all, distribution that is universally accepted. But precaution also challenges the law relating to radiological protection and represents an issue in terms of responsibility when the courts are confronted by an interpretation of the radiological protection system.

European Union regulations on radiological protection
Jean-Michel Courades
Community legislation on radiological protection, based on article 31 of the Euratom Treaty, applies to all sources of ionising radiation: exposure to natural radiation, professional exposure, medical exposure, exposure of the general public and those living near installations, in normal circumstances or when there is an accident. This legislation stems from a staff directive called the Basic Directiveî. We examine here this basic document as well as additional texts with regard both to the protection of the public at large and that of workers who may be professionally exposed.

International Atomic Energy Agency of Vienna (IAEA). Its history, status and working methods
Jean-Marie Rainaud
The IAEA was set up to assure the development of nuclear energy. In turn, it must also guarantee that hardware, fissile material and allied technology is not used for military purposes. Radiological protection is only a secondary preoccupation of the Agency. Now, however, the success or even more the failures should force the Agency to see radiological protection as its "bounden duty".

Interference between the International Atomic Energy Agency (IAEA) and the World Health Organisation (WHO)

Michel Fernex

The silence that meets those who seek to establish the repercussions of the activities of the nuclear energy industry on health – cancers, congenital deformations, attacks on the genome – is the result of an agreement that links the WHO to the IAEA, an agreement which appears to be at odds with the WHO's constitution. In effect, this agreement stipulates that any data which could harm the promotion of nuclear energy must remain confidential and that the WHO must consult the IAEA before planning any research whose results could interfere with the IAEA's goal: the promotion of nuclear energy.

The Role of UNSCEAR in Developing the Scientific Basis of Radiation Protection

Burton. G. Bennett

Since 1955, a committee of the General Assembly of the United Nations, the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, has reviewed the sources and effects of ionising radiation. All persons are continually exposed to natural background radiation. Although man-made practices and events also cause radiation exposures, these are in general less than the natural exposures. Some groups of individuals received higher exposures because of special circumstances (the survivors of the atomic bombings in Japan, medically treated patients), and these are subjects of epidemiological studies to evaluate radiation risks. The latest assessments of UNSCEAR were published in 1993, 1994 and 1996.

Radioactivity and Labour Law

Anne Millet-Devalle

Labour Law relating to nuclear risks does not have the protection of workers as its only end, even if the regulations based on the optimisation of exposure to radiation and the improvement of the methods covering the supervision of radiation have enabled workers' exposure to radiation to be reduced. This field of law also protects the nuclear industry. Its productivity gains are preserved by its ability to relate them to the workers in outside industries where the dosimetric monitoring is difficult to organise. Its risks are limited to exceptional exposure or workers' emergencies in the event of an accident.

Provisional radio-ecological and medical results of the Chernobyl accident, ten years later

Jean Pierre Revel

The Chernobyl disaster was the first of its kind and has not yet finished disclosing all its consequences. As with every disaster, it had a considerable effect on both the physical and mental health of the affected population as well as on the environment. This reviews these effects as they have been identified to date by the international organisations.

Understanding Chernobyl. Resistance to an epistemological challenge.

Jean Rossiaud

The author undertakes to demonstrate the singularity of the Chernobyl disaster, defining it as a *global* and *evolutionary* disaster which should be considered a world historical event, symptomatic of the emergence of a new epistemic and social system that may be described as the 'modernity of uncertainty'. It must also be related to the multiple space/times which characterise it. He concludes by briefly presenting two kinds of obstacles which at present inhibit this new paradigm from being taken into account – first, there are the psycho-ideological and cultural obstacles and, secondly, there are the epistemological obstacles.

The West's responsibility for the consequences to health of the Chernobyl disaster in Belorussia, the Ukraine and Russia
Bella Belbéoch
Western experts have constantly minimised the repercussions on health, present and in the future, of the Chernobyl disaster. By their unreserved support of the central Soviet power and by their involvement in the decision to evacuate the contaminated zones three years after the accident, they helped maintain the population on these lands to the detriment of their health, and for that they must take full responsibility. In learning the lessons of Chernobyl, they are henceforth focusing on the general indifference, the purely economic management criteria which have been employed in preparing for future nuclear disasters, which cannot exclude our own nuclear reactors.

The risks of electronuclear policies
Franco Romerio
The author takes stock of the risks of electronuclear policies from the viewpoint of the safety of energetics supplies and the environment. He presents the risks inherent in the energy strategies which attempt to attain their objectives by means of a unilateral technological choice. He goes deeply into the problem of the difference that exists between 'reality' and the 'objectives' pursued by the players, because this difference makes it possible to understand numerous energy policy decisions.

Nuclear Law and Maritime Law
Francoise Odier
Maritime law and nuclear law: the one very old, redolent of history; the other new, responding to the most advanced technologies. Yet they have one thing in common – the concept of danger.

It is because they both regulate dangerous activities that they apply comparable techniques. This relationship has furthered the mutual development of both types of law.

Nuclear law has borrowed the limitation of responsibility from maritime law and this has enabled the exploiter of nuclear power to continue operating, while maritime law has borrowed the concept of objective responsibility from nuclear law, which has resulted in the recent developments concerned with pollution.

This symbiotic phenomenon between two different types of law sheds light on the influence of the sphere in which the rules will be applied, their contents and the way in which they must be understood.

The Swiss system of radiological protection
Sandro Daïna
The Swiss federal constitutional structure is mirrored in its radiological protection system. The division of tasks in matters of radiological protection, both vertically (confederation – cantons – communes) and horizontally (within the confederation, between several departments), affords the population a considerable degree of participation. The other side of the coin consists of the large volume of legislation and the need to co-ordinate the activities of each body. The Chernobyl disaster revealed the deficiencies in the system. It is now less obscure and more efficient.

About some teratogenetic effects of nuclear radiation on US Science and Jurisprudence
Robert M. Hager
This article discusses the undeserved for economic advantage given to nuclear energy in the market place as a result of having been let off to all intents and purposes from compensating health and property injuries it causes. This article describes several of the tactics for escaping liability derived from experience in the United States with radiation injury litigation, with particular attention to the role of the nuclear industry and its governmental sponsor in distorting scientific and medical knowledge on the health effects of

radiation. The author concludes that the failure of the market to adequately assess the nuclear industry with the true costs it imposes on the economy should be addressed by fostering independent scientific and medical knowledge concerning the health effects of radiation, and fashioning legal rules that will take such knowledge into account.

International law and radiological protection *de lege ferenda*

François Bianchi and Alain Papaux

Will the industrialisation of the atom make man a stranger to his own environment? Can the law effect a reconciliation between them? In order to find the answers, it is necessary to be clear about the starting point being adopted.

1) Man as a being *superior to the natural world*, confident in the certainty of progress. He leaves the word of the law to the experts, who draw up the rules according to the mechanistic, deductive and univocal vision of positivism. The Promethean vanity of believing himself master of all things leads nuclear law into a double bind: it must try to reconcile the vigilance of the individual with the law of responsibility. If an attempt is made to resolve the dilemma by invoking the precautionary principle, thus usurping much moral dignity by reducing the prudence of the Ancients to a profit and loss equation, then the induced experimental method which has permeated our entire ethos and culture, is reduced to a pure gamble.
2) Man as *part of the natural world*, in which science, in a humble and living dialogue, accepts that it only offers one *point of view* among others, that it offers induced knowledge without absolute certainties. From that point on, precautionary principle has no more than an *occasional,* albeit *permanent*, application in the only fields proclaimed as uncertain by the experts themselves. To change the paradigm, we resume with a *qualitative* ethic, revealing the *incommensurability* of electronuclear energy (especially where it involves nuclear waste and accidents) to human forces. Nuclear law therefore imperatively requires an authentic, democratic initial choice.

ONT COLLABORÉ À CE VOLUME

Bella Belbéoch, ingénieur, docteur en physique, retraitée du Commissariat à l'énergie atomique (CEA), Paris.

Roger Belbéoch, physicien, ingénieur retraité du Laboratoire de l'accélérateur linéaire, Université de Paris-Sud, retraité du Conseil national de la recherche scientifique (CNRS), Paris.

Burton G. Bennett, docteur en sciences, secretary of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), Vienne, Autriche.

François Bianchi, docteur en droit, maître-assistant, Faculté de droit, Université de Lausanne.

Marie-Claude Boehler, docteur en droit, conseiller juridique au Secrétariat général/Service juridique, Electricité de France (EDF), Paris.

Helena Conruyt, ingénieur commercial, conseiller général au Ministère des affaires économiques, Administration de la politique commerciale, Bruxelles.

Jean-Michel Courades, juriste, administrateur principal rattaché à la Direction générale de l'environnement, sécurité nucléaire et protection civile de la Commission de l'Union Européenne, ancien élève du Collège d'Europe à Bruges.

Sandro Daïna, collaborateur juridique, Office fédéral de l'énergie, Berne.

Michel Fernex, professeur émérite de médecine tropicale, Faculté de médecine, Université de Bâle.

Hubert Greppin, docteur ès sciences naturelles, professeur de biochimie et physiologie végétales, Faculté des sciences, Université de Genève, membre du Bureau du Centre universitaire d'écologie humaine et des sciences de l'environnement, Université de Genève.

Jacques Grinevald, docteur en philosophie, chargé de cours, Institut universitaire d'études du développement, Genève.

Robert M. Hager, docteur en droit, Harvard Law School, editor *Harvard Law Review,* practising public interest attorney, consultant on international legal issues.

Jean-Paul Maréchal, docteur en science économique, maître de conférences, Université de Rennes 2 Haute Bretagne.

Anne Millet-Devalle, docteur en droit, maître de conférence, Institut du droit de la paix et du développement, Université de Nice-Sophia Antipolis.

Françoise Odier, docteur en droit, professeur associé, Université de Paris I, directeur du Service juridique du Comité central des armateurs de France, Paris.

Alain Papaux, juriste, DES en philosophie, maître-assistant, Faculté de droit, Université de Lausanne.

Anne Rainaud, docteur en droit, maître de conférences en droit public, Université de Savoie, Chambéry.

Jean-Marie Rainaud, doyen honoraire, Faculté de droit, Université de Nice-Sophia Antipolis.

Ivo Rens, professeur, Faculté de droit, Université de Genève.

Jean-Pierre Revel, docteur en médecine, conseiller médical pour les secours, Fédération Internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge, Genève.

Franco Romerio, docteur ès sciences économiques et sociales, chercheur, Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie, Université de Genève.

Jean Rossiaud, sociologue, Centre universitaire d'écologie humaine et des sciences de l'environnement, Université de Genève.

Hylton Smith, docteur en biologie, former secretary of the International Commission on Radiological Protection (ICRP), Oxon, Grande Bretagne.

Catherine-Zoï Varfis, juriste, assistante, Faculté de droit, Université de Genève.

Etienne Delessert nous a autorisé à reproduire en couverture la sérigraphie intitulée *La ville se meurt* (1974). L'atmosphère de mort, avec de curieuses figures difformes, nous a paru proche du sujet de ce volume. Delessert a connu et illustré Piaget, Ionesco, etc. Vaudois d'origine, il vit actuellement aux USA où il a notamment illustré le supplément littéraire, *The Book Review,* du *New York Times.* Plusieurs musées d'Europe et d'Amérique ont présenté ses œuvres.

Le présent ouvrage fait suite au *Droit international face à l'éthique et à la politique de l'environnement,* Georg, Genève, 1996. Il comprend des études de Laurence Boisson de Chazournes, Alain Clerc, Christian Dominicé et Catherine-Zoï Varfis, Caroline Dommen, Edouard Dommen, Stéphane Doumbé-Billé, Astrid Epiney et Martin Scheyli, Christian Huglo, Joel Jakubec, Alexandre Kiss, Winfried Lang et Christian Manahl, Jean-Paul Maréchal, Serge Pannatier, Ivo Rens, Christopher D. Stone, Hendrik Ph. Visser't Hooft.

La revue *Stratégies énergétiques, Biosphère & Société*, diffusée par les Editions Médecine et Hygiène à Genève et maintenant transformée en la présente collection, a publié les cahiers suivants, tous envisagés à la fois sous les angles technologique, sociétal et éthique:

Le nucléaire contre l'effet de serre ? (1990)

La radioactivité et le vivant (1990)

L'utilisation rationnelle de l'énergie I et II (1991-1992)

L'explosion démographique contre le développement durable (1994)

Le soleil pour un développement durable (1995)

La Direction des affaires culturelles et sociales de la Fédération des Coopératives Migros à Zurich, les Fondations Veillon à Lausanne et Wilsdorf à Genève, le Fonds général de l'Université de Genève, les Services industriels de la Ville de Lausanne, la Loterie romande à Genève ont fait bénéficier *Stratégies énergétiques, Biosphère & Société* de leur appui.

IMPRIME
RIE MEDE
CINE m+h
HYGIENE
septembre-1998