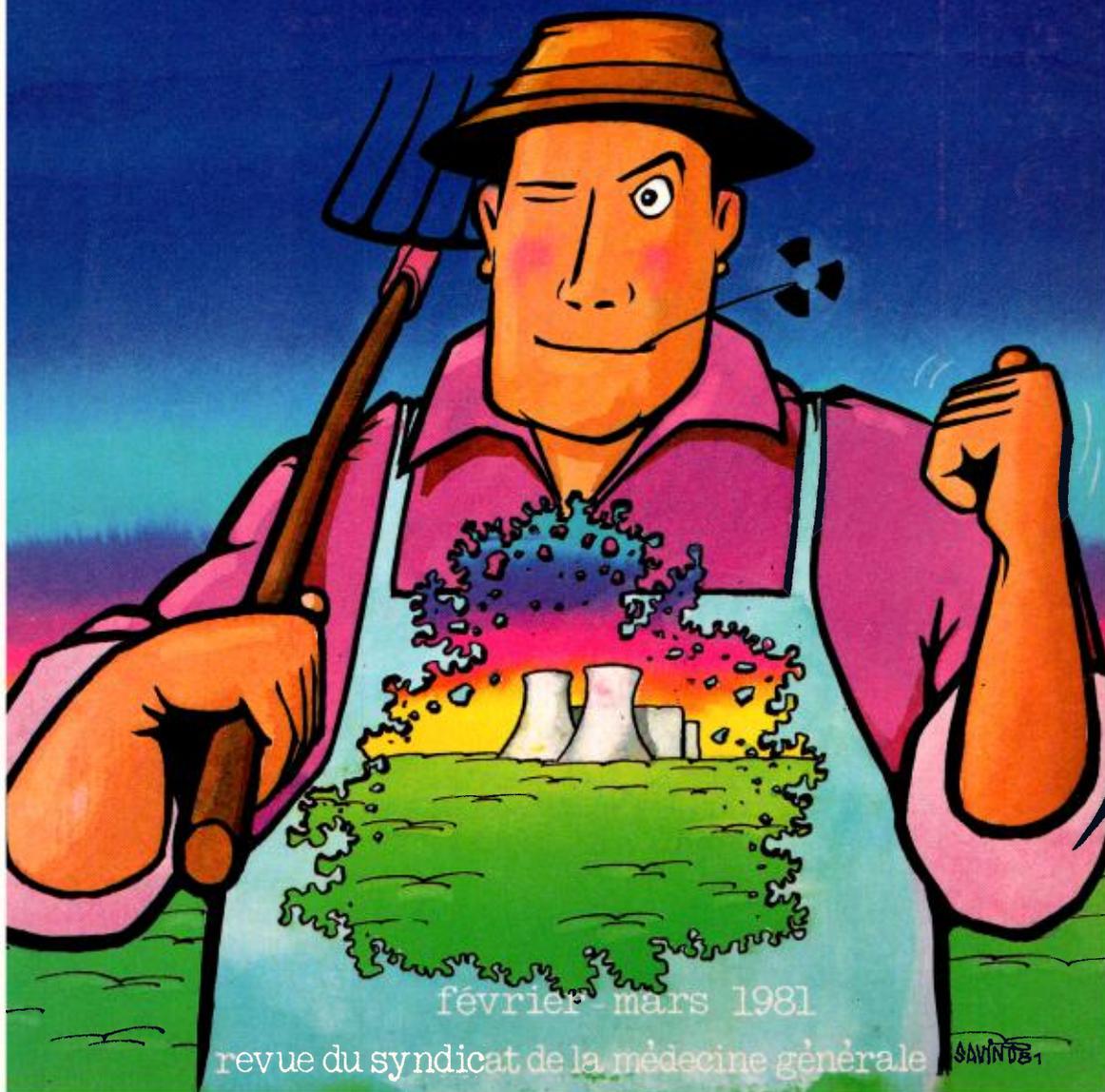


PRATIQUES

ou les cahiers de la médecine utopique

le risque nucléaire

et la santé



PRATIQUES

ou les cahiers de la médecine utopique

**Revue mensuelle (dix numéros par an)
publiée par le Syndicat de la médecine
générale - B.P. N° 8 - 92220 BAGNEUX -
Tél. : 543-68-24.**

COMITE DE REDACTION : Dominique BOUBILLEY ;
Annie-Claire DEYON ; Bernard GEIDEL ; Jean-Pierre
LHOMME ; Dominique MONCHICOURT ; Dominique
NIOCHE ; Jean-Daniel RAINHORN ; Philippe VAN ES ;
Bernard LAFAYE.

Rédaction et diffusion pour le QUEBEC : Jean
RODRIGUE - CLSC de Lac Etchemin, comté Belle-
chasse, P.Q. CANADA ; pour la BELGIQUE : Edouard
MAIRLOT, avenue Demeur 13, 1060 BRUXELLES,
BELGIQUE.

LE RISQUE NUCLEAIRE ET LA SANTE

SOMMAIRE

	Introduction	2
I	- Le risque dans l'industrie nucléaire	5
II	- Les effets du rayonnement - Les faibles doses	9
III	- La mort statistique	12
IV	- Le rem - La dose collective	16
V	- Comment sommes-nous "protégés" - Les normes internationales	20
VI	- Le débat sur les normes de radioprotection	27
	L'étude de Mancuso, Stewart et Kneale sur la mortalité par cancers et autres causes parmi les travailleurs de l'usine nucléaire de Hanford (USA)	38
	Le rayonnement médical	40
VII	- La législation et les maladies professionnelles nucléaires en France	43
VIII	- Les accidents graves dans l'industrie nucléaire- Les plans d'évacuation	48
IX	- Quelques effets après l'accident d'Harrisburg	55
X	- La Société Nucléaire	57
	Conclusion	61
	Annexe: Les mines d'uranium	62
	Bibliographie	65

LE RISQUE NUCLÉAIRE ET LA SANTÉ

La Coordination Nationale Antinucléaire (CNAN) a demandé à Roger Belbéoch et au S.M.G. l'autorisation de diffuser sous forme de brochure l'article que vous allez lire, paru dans « Pratiques », revue du Syndicat de la Médecine Générale, en mars 1981.

A l'heure où les centrales nucléaires se construisent de plus en plus nombreuses, les Français ont en effet le droit de savoir ce que va leur coûter, dans leur santé et celle de leurs proches, cette industrie nucléaire dont, pour la plupart, ils se seraient bien passé et qu'on leur impose quand même.

Ce droit au savoir que nous essayons d'exercer, l'Etat nucléaire le nie et fait tout pour l'annuler. Regardez la bibliographie : presque tous les articles de référence sont publiés en anglais. En France, rien. Le pays qui a le programme nucléaire le plus ambitieux du monde ne veut rien savoir des risques qu'il court.

Pourtant, si le doute était permis il y a quelques années, aujourd'hui le développement de l'industrie nucléaire nous a donné toutes les leçons nécessaires. On sait, depuis l'étude de Stewart, Mancuso et Kneale sur les travailleurs de Hanford, que les faibles doses de radiation ne sont pas inoffensives. On sait, depuis l'étude de Stern-glass sur l'accident de Three Mile Island le 28 mars 1979, que les rejets radioactifs d'une centrale endommagée (et l'accident de Three Mile Island était relativement bénin !) provoquent des morts par centaines. D'ailleurs, les quantités de radioactivité dégagées par Three Mile Island étaient du même ordre de grandeur que les rejets annuels d'une centrale en fonctionnement normal.

Toutes ces certitudes, qui sonnent comme autant d'avertissements, Roger Belbéoch en fait la synthèse d'une façon accessible à tous, au-delà de la technicité de telles discussions. Qu'il en soit remercié ici.

La Coordination Nationale Antinucléaire.

POUR TOUTE COMMANDE s'adresser à : CAN Bordeaux, 12, rue Planterose, 33000 BORBEAUX.

On peut se procurer la traduction du rapport de Stern-glass au Comité Malville de Lyon, c/o CENTRE D'EXPRESSION POPULAIRE (CEP), 44, rue St-Georges, BP 6 St-Jean, 69245 LYON CEDEX 1.

L'énergie nucléaire, avec son développement extrêmement rapide depuis une dizaine d'années, se place bien dans la logique et l'idéologie industrielles de notre société. Elle présente cependant quelques originalités dont la principale est le danger énorme qu'elle fait courir aux populations. Ce danger apparaît immédiatement avec la mise en place des installations nucléaires. Il a fallu un long développement de l'industrie chimique pour aboutir à Sévésco. La première grande catastrophe nucléaire a eu lieu en 1958 en Union Soviétique, à Kyshtym, dans l'Oural, dans un centre de stockage de déchets radioactifs : évacuation d'une région de 50 km sur 100 km. La censure soviétique et la complicité de tous les états occidentaux ont permis de camoufler l'événement pendant vingt ans.

Le bilan de l'effet sur la population du fonctionnement « normal » des installations nucléaires, bien qu'il ne soit que très partiellement fait, montre que le nombre de cancers déjà produits n'est probablement pas négligeable, alors que l'industrie nucléaire n'a qu'une trentaine d'années et que les précautions prises ont été plus importantes que ce qui se pratique habituellement dans une industrie jeune. L'électricité d'origine nucléaire ne représente actuellement qu'une faible partie de l'énergie consommée et on a déjà envisagé l'évacuation de centaines de milliers de personnes (Harrisburg). Des plans d'évacuation doivent être mis en place. Plus exactement, on laisse croire aux populations inquiètes que de tels plans existent et les protègent efficacement. Les plans ORSEC-RAD ont plus un effet incantatoire qu'une réelle efficacité opérationnelle si l'on en juge par ce qui a été officiellement publié jusqu'à présent.

C'est l'existence de ce danger bien plus que les considérations économiques qui caractérise la société nucléaire. Les investissements énormes nécessités par l'énergie nucléaire en résultent pour une grande part.

Dossier rédigé par Roger BELBEOCH, membre du GSIEN, sur un manuscrit d'avril 1980.

La prise de conscience du danger nucléaire par une partie importante de la population est assez récente. Contrairement à ce qui est constamment affirmé par les promoteurs de l'énergie nucléaire, la conscience de ce danger ne provient pas des traumatismes psychologiques laissés par les explosions d'Hiroshima et de Nagasaki, premières manifestations publiques de cette énergie nouvelle. Bien au contraire, elles furent suivies, dans la presse, par un véritable hymne à la Science. Cette situation dura plusieurs années. Les essais de bombes étaient l'objet de commentaires enthousiastes au point que Bikini, cette île du Pacifique où les américains expérimentèrent des bombes atomiques, désigna les maillots de bain des pin-up, ce qui n'a rien de traumatisant. Lorsque la guerre froide Est-Ouest succéda à l'euphorie de l'après-guerre, le danger des bombes nucléaires apparut, mais toutes les manifestations contre ces bombes s'accompagnèrent d'un hymne à l'énergie nucléaire pacifique présentée comme totalement sans danger par opposition aux désastres des explosions. « L'atome pacifique » faisait partie de tous les slogans de l'opposition aux bombes atomiques.

La critique de l'énergie nucléaire n'est vieille que de quelques années, bien que l'utilisation de cette énergie ait été envisagée dès les années 50 (création de la Commission Gouvernementale PEON : « Production d'Énergie d'Origine Nucléaire »). Les plans de l'EDF pour la nucléarisation de l'énergie n'ont jamais été tenus secrets avant leur large diffusion par le Ministère de l'Industrie en 1974.

L'opposition antinucléaire et la réflexion collective qui l'accompagne généralement se sont, à l'origine, développées totalement en dehors des institutions démocratiques. Les manifestations antinucléaires au début des années 70 furent extrêmement marginales et se déroulèrent dans l'indifférence totale des médias, des syndicats et des partis politiques. Les gouvernements occidentaux n'ont jamais censuré les journaux pour des articles critiques sur l'énergie nucléaire. Si, en France, le gouvernement a empêché certains débats à la télévision il y a quelques années, c'est finalement avec l'accord tacite des journaux et des partis politiques. Les Etats n'ont pas exercé de violence contre les institutions démocratiques pour empêcher que le débat ait lieu et s'il n'a pas eu lieu avant que la décision de développement industriel ait été prise, c'est que nos institutions démocratiques, les élus locaux et nationaux, les journaux, les partis politiques, les syndicats, les institutions scientifiques, médicales, etc... n'ont pas jugé ce débat nécessaire. Ce n'est qu'à partir de 1975, après de très fortes réactions de la population dans certaines régions (Bretagne et Alsace) que la CFDT et des groupes de scientifiques (appel des 400) participèrent aux débats.

Si, actuellement, certains syndicats, partis ou élus s'engagent dans le débat critique et l'opposition antinucléaire, c'est peut-être que la situation qui se prépare en ce moment est encore pire que ce que les groupes marginaux prédisaient. L'affaire des fissures dans les tubulures des cuves de réacteur ainsi que la perte totale de courant électrique au Centre de retraitement des combustibles irradiés de La Hague sont là pour le confirmer.

Il aurait pu être tentant d'aborder la critique de l'énergie nucléaire par l'économie. Notre société a-t-elle ou non besoin d'énergie nucléaire ? Pourrait-on la remplacer par des énergies alternatives ? Les ressources en uranium seront-elles suffisantes pour assurer des programmes industriels à long terme ? Les coûts de production seront-ils réellement ce qu'on affirme chez les officiels ? Comment évoluera le prix du retraitement et par conséquent celui du plutonium ? A qui profitent les investissements nucléaires ? Quel est le rôle des programmes nucléaires dans le redéploiement d'une économie capitaliste en crise ?...

Ces problèmes sont loin d'être négligeables, mais ils ne recouvrent pas l'essentiel de l'énergie nucléaire. Bien souvent ils sont évoqués pour masquer ce qui est le plus important et qui conditionne en majeure partie tous les autres aspects : **les dangers du nucléaire**. Il est vrai qu'il est bien moins angoissant, que l'on soit pro ou anti, de parler en termes économiques. Toute question relative à l'industrie nucléaire n'a strictement aucun sens si elle n'est pas abordée à partir des dangers, des risques. La contamination par les déchets, les catastrophes nucléaires, les nécessités sociales qu'impliquent les dangers devraient avoir des impacts sur nos sociétés bien plus profonds que les crises économiques ou la faillite financière de certaines institutions étatiques ou privées qui auraient fait un mauvais choix en adoptant l'industrie nucléaire. C'est à partir de l'analyse des dangers possibles et des niveaux de risques que l'on est prêt à accepter et à assumer que l'on peut dire si l'énergie nucléaire est acceptable ou non. Les coûts financiers de cette énergie sont finalement secondaires, même si l'on en voit rapidement les conséquences. Les femmes enceintes autour de Three Mile Island n'ont probablement pas pensé au prix de l'électricité ou à la nécessité d'assurer une certaine production d'énergie lorsque les « responsables » de leur sécurité (et aussi de l'accident) discutaient pour savoir s'il fallait ou non les évacuer. Les populations vivant auprès des installations nucléaires raisonneraient-elles en termes économiques si elles réalisaient la signification réelle de la récente recommandation des experts officiels américains de ne pas implanter de centrales nucléaires à moins de 16 km de zones fortement peuplées ?

I - Le risque dans l'industrie nucléaire

A la base de la sûreté nucléaire il y a la notion de *risque*. Ce mot apparaît constamment dans les débats, aussi bien dans les questions que pose la population que dans les réponses des spécialistes de la sûreté. Mais s'agit-il de la même chose dans les deux cas ? Pour les promoteurs du nucléaire, le *risque*, c'est tout simplement la probabilité de réalisation d'un événement, c'est-à-dire la fréquence de son apparition pour une certaine durée de l'exploitation d'une installation nucléaire. Ce *risque*, les spécialistes le caractérisent par un nombre généralement extrêmement petit, donc rassurant. Les événements envisagés ne sont évidemment pas quelconques, mais si, dans les Rapports de Sûreté, les séquences du déroulement de l'événement pris en compte sont décrites en détail, les conséquences ne sont jamais évoquées, même vaguement. Et pourtant, ce sont ces conséquences qui sont à la base du choix des événements étudiés. Le *risque* étant pour les spécialistes une simple probabilité, le nombre qui le représente est strictement indépendant des conséquences produites par l'événement s'il se réalise. Pour les promoteurs du nucléaire, la description des conséquences d'un accident relève de la subjectivité et de l'angoisse collective de populations infantiles.

Comment le mot *risque* est-il généralement perçu ? Dans ce mot, le langage courant met à la fois la probabilité d'un événement dangereux et les conséquences possibles, en attachant d'ailleurs plus d'importance aux conséquences qu'aux probabilités. En simplifiant d'une façon mathématique cette notion, on pourrait dire dans le langage courant que le risque est le produit de la probabilité d'un événement par les dégâts qu'entraînerait la réalisation de cet événement. C'est ce que les mathématiciens appellent « l'espérance mathématique ». A probabilité égale, le risque est d'autant plus grand que les conséquences sont plus graves. C'est dans ce sens d'ailleurs que le mot *risque* est utilisé par les compagnies d'assurances, c'est le produit du taux de mortalité par le montant de la prime souscrite. Le bilan se fait en comparant ce risque aux gains obtenus par les contrats d'assurance.

Dans le langage courant, lorsque les conséquences d'un événement sont très graves, le mot *risque* n'inclut plus la probabilité de l'événement, dans la mesure où l'événement est possible, il ne tient compte que des conséquences. Populations et organismes de sûreté ne parlent pas de la même chose quand ils utilisent le mot *risque*.

Si les organismes de sûreté ou leurs délégués à la propagande répondent à une question en indiquant numériquement l'évaluation des risques, ce n'est certainement pas à la question que se pose la population. Il y a là un véritable abus de confiance, une escroquerie, car pour les spécialistes les deux notions que recouvre le mot *risque* sont parfaitement claires et distinctes.

Que pourrait faire un technocrate consciencieux pour évaluer « correctement » le risque ? Il n'est évidemment pas question pour lui de se contenter d'une évaluation qualitative. Il lui faut du quantitatif. Il lui faudra donc *mesurer* les dégâts possibles. Ceux-ci peuvent être très divers : des morts rapides, des morts à moyen terme (10 à 20 ans), des malformations génétiques sur plusieurs générations, un vieillissement prématuré, des territoires inutilisables pendant des temps très longs, des personnes déplacées, l'angoisse des populations avant l'accident, etc. Comment mesurer tous ces dommages avec la même unité ? Il ne reste qu'une seule issue à notre technocrate « consciencieux », affecter à chacun de ces dégâts un « coût », l'indemnité à payer pour contrebalancer le dommage. Evidemment en régime démocratique, ces coûts devraient être démocratiquement établis. Il y aurait de beaux jours pour des négociations paritaires gouvernement-syndicats pour établir les termes d'équations du genre :

Un enfant mongolien + de l'argent = un enfant non mongolien !

Il faudrait une sacrée dose de cynisme pour faire ouvertement cette évaluation quantitative du risque. Seule l'évaluation qualitative que les non-experts font a un sens. Mais il faut culpabiliser cette attitude, afin que l'angoisse n'apparaisse pas comme la seule mesure exacte du risque. A tout prix, les promoteurs du nucléaire ramèneront le débat sur le terrain tranquillisant des nombres. Quand nous voulons battre les technocrates du nucléaire sur leur propre terrain, nous essayons d'évaluer d'une façon plus explicite les dégâts possibles. Nous dépouillons des rapports bourrés de nombres réservés à des initiés, nous vérifions la cohérence des évaluations chiffrées, la validité des hypothèses mathématiques des calculs. Plongés dans les nombres, nous ne voyons pas la réalité morbide de notre démarche. Ces nombres que nous manipulons nous masquent les morts, les infirmes, les cancéreux, les leucémiques, les mongoliens, les régions dévastées qu'ils sont sensés représenter. Que notre société soit obligée de faire de tels dénombrements, de tels bilans pour appréhender son avenir, c'est assez effrayant. Mais ceci pour les technocrates n'est que le résultat de notre subjectivité angoissée. Les nombres qu'ils alignent les rassurent. Mais quelle valeur ont-ils ? Que représentent ces probabilités ?

La probabilité d'un événement peut être abordée de deux façons. La première est une estimation a priori de la fréquence d'apparition d'un événement. Pour effectuer cette estimation, il faut dénombrer et analyser tous les événements possibles. Si le système est simple, un jeu de cartes par exemple, il n'y a pas de difficultés. Si le système est compliqué, et l'industrie nucléaire est à coup sûr un des plus

compliqués qu'on connaisse, ce n'est pas possible. L'analyse implique que l'on dispose d'un modèle et, pour le nucléaire, il est ridicule de vouloir en trouver un qui soit valable à l'échelle de la durée de vie des déchets (des centaines de milliers d'années), à l'échelle des toxicités des produits mis en œuvre (des millionnièmes de grammes), à l'échelle de la complexité du matériel, sans parler du comportement humain (conception, contrôle, exploitation). Comment imaginer qu'on puisse avoir un modèle valable de la migration de produits radioactifs dans la nature pendant des centaines, voire des centaines de milliers d'années ? Comment introduire le facteur humain dans la conception d'une installation nucléaire ? Comment modéliser le comportement, le pouvoir ou l'absence de pouvoir d'un contrôleur, son humeur, sa santé, sa fatigue, ses fantasmes, comment modéliser la pression hiérarchique qu'il subit ? Comment modéliser la panique ou le sang-froid dans le comportement des opérateurs au début d'un accident ? Comment modéliser le sabotage ? Comment introduire dans un modèle mathématique quantitatif ce technicien qui, ayant à contrôler la ventilation dans une galerie de câbles, mit le feu avec la bougie qui lui servait à vérifier le courant d'air ? Cet événement eut pourtant lieu dans la centrale américaine de Browns Ferry. La majeure partie des sécurités fut détruite laissant ainsi les exploitants sans moyen d'action au cas où le réacteur aurait présenté des anomalies de fonctionnement. Le calcul d'une probabilité a priori pour les accidents nucléaires n'a aucun sens, et pourtant c'est sur cette méthode qu'est fondée la sûreté nucléaire. C'est à partir de ces probabilités calculées que les experts déterminent l'accident maximal qui servira de référence pour dimensionner les installations et leurs systèmes de sécurité.

Reste la deuxième méthode, la méthode statistique. Elle consiste à observer le système et à enregistrer les événements quand ils se produisent afin d'obtenir expérimentalement la fréquence de leur apparition. Plus on dispose d'installations, plus on les observe sur un temps long et plus notre connaissance des probabilités est bonne. Plus exactement, il faudrait dire : moins on dispose d'installations, plus le temps d'observation est court et plus notre connaissance des probabilités est mauvaise. Quand on avance, pour un événement, une probabilité de 10^{-7} (un dixième de millionième), il faudrait avoir observé bien plus d'un million d'installations identiques pendant plus de 10 ans pour avoir un taux de confiance suffisant. En décembre 1978, on trouvait, pour l'ensemble des pays, 74 réacteurs à eau légère d'une puissance nominale supérieure à 700 Mégawatts. La durée cumulée de fonctionnement, pour ces réacteurs, en négligeant les périodes de pannes ou d'entretien, était de 268 années. Dans ces conditions, toute probabilité annoncée inférieure à quelques pour mille et même au pour cent n'a aucune base statistique. La sûreté ne peut réellement être déterminée qu'après coup.

La sûreté du nucléaire, d'un point de vue probabiliste n'a strictement aucun sens. Quel est donc son véritable sens ? Il est totalement subjectif, malgré l'avalanche des chiffres dont les spécialistes nous

submergent. La sûreté n'a de sens qu'à travers les croyances et les mythes du milieu technocratique et la confiance que la population peut avoir vis-à-vis de ce milieu.

Avant de quitter les probabilités, il faut mentionner un aspect assez curieux de la logique des experts promoteurs du nucléaire. Il s'agit de la notion d'*impossible*. Certains accidents particulièrement effrayants par leurs conséquences sont dits *impossibles*. Ceci justifie leur qualification de *hors conditionnement* : l'installation n'est pas dimensionnée ou conditionnée pour maintenir ces accidents dans des limites acceptables. En réalité, il s'agit là d'accidents pour lesquels, technologiquement (ou financièrement) il n'est pas possible de dimensionner l'installation, pour éviter des conséquences catastrophiques. Dans ces conditions, l'impossible est un concept bien commode. De quoi s'agit-il quand on nous parle d'un accident impossible ? C'est un accident physiquement possible, mais il n'a pas été possible pour les experts d'imaginer la séquence d'événements qui conduirait à sa réalisation. L'accident de Three Mile Island et le scénario du film « Le Syndrome Chinois » illustrent bien ce point. La séquence accidentelle était officiellement *impossible*. Des cinéastes l'avaient imaginée car elle était *physiquement possible*. Dans la réalité et dans le film, la fusion totale du cœur du réacteur a été évitée de justesse. Il n'est pas difficile, sans être doué d'une imagination délirante, de bâtir des scénarios où cette fusion totale du cœur se produit.

L'impossible des experts concerne donc un manque d'imagination et non pas l'événement. Là encore on voit que la logique technocratique aboutit à la plus pure des subjectivités.

Depuis quelque temps l'évaluation et la gestion du risque sont parmi les préoccupations des spécialistes. L'énergie nucléaire n'est plus sans risque comme on l'affirmait autrefois. Toute activité humaine comporte des risques dit-on. De nombreuses études sont financées pour évaluer les risques respectifs des divers moyens de produire de l'énergie. Les conclusions, on pouvait s'en douter, montrent que c'est encore l'énergie nucléaire la moins dangereuse. Il est certain que de nombreuses activités dans notre société comportent des risques pour la santé des populations et des travailleurs, mais il semble curieux, qu'après un siècle de développement industriel intensif à l'aide du charbon et du fuel, on voit soudain surgir la nécessité d'en étudier les risques énormes. Il paraît évident que la seule motivation de ces études est de répondre à une anxiété de plus en plus grande de la population vis-à-vis des accidents nucléaires. Il aurait été intéressant que ceux qui s'inquiètent maintenant des dégâts que les industries causent à la santé publique se soient penchés sur ces problèmes avant que les industriels aient brûlé une bonne partie des réserves mondiales de charbon et de fuel, sans contrôle sérieux de la part des responsables de la santé publique.

II - Les effets du rayonnement

Les faibles doses

Les rayonnements ionisants, en traversant un organisme vivant, peuvent y causer des lésions. Ils transfèrent de l'énergie aux cellules des tissus traversés. La quantité d'énergie transférée est suffisante pour induire des changements chimiques dans les molécules des cellules irradiées et produire ainsi des cellules endommagées et anormales.

Si la dose de rayonnement reçue est forte, un très grand nombre de cellules sont endommagées et il en résulte des troubles dont les symptômes dépendent de la dose reçue. Au-delà de 600 rem, la mort à court terme est quasi certaine (dose létale), entre 400 et 600 rem la chance de survie est d'environ 50 %. Le tableau suivant résume l'évolution pathologique à court terme pour différents niveaux d'irradiation homogène de l'ensemble du corps. On a peu d'indications sur l'état de santé ultérieur des personnes si fortement irradiées et les publications médicales sont fort discrètes à ce sujet.

Équivalent de dose (rem)	>> 1000	600 - 1000	400 - 600	200 - 400	50 - 200
Délai			DL 50 X		
Première heure		Nausées	Silence clinique		
Deux à six heures			Vomissements - Diarrhée - Signes neurologiques		Nausées
Six à huit heures			Maximum des symptômes précédents		
Un à deux jours			Début de la chute des lymphocytes		
Première semaine		Mort intestinale	Troubles hématologiques plus ou moins importants		
Deuxième semaine		Mort	Mort médullaire dans 50 X des cas ou davantage	Guérison du syndrome médullaire dans 50 X des cas ou davantage	
Troisième semaine			Guérison Asthénie		
Quatrième semaine					

• Les signes pathologiques et leur évolution pour des irradiations homogènes du corps

(d'après H. Jamet dans Revue Générale Nucléaire N° 5, 1977)

L'irradiation **localisée** de certains tissus particuliers peut produire des lésions, la cataracte pour l'irradiation de l'œil, les radiodermes pour l'irradiation de la peau, par exemple.

A des niveaux d'irradiation plus faibles, les rayonnements ionisants peuvent avoir des effets indirects sur la santé par un affaiblissement général de l'organisme qui se trouve ainsi moins apte à réagir aux agressions : fatigue, sensibilité plus grande aux infections, troubles sanguins, vieillissement prématuré par exemple. On a peu de renseignements quantitatifs sur cette augmentation de la morbidité par le rayonnement.

Aux faibles doses, l'irradiation des tissus vivants peut avoir des effets directs différés à long terme. On classe ces effets en deux groupes : **les effets génétiques** et **les effets cancérogènes**. Ils se produisent pour des doses inférieures à 25 rem généralement reçues d'une façon fractionnée sur un temps long. C'est typiquement le cas des travailleurs des installations nucléaires et des populations vivant au voisinage de ces installations et contaminées par les rejets concertés ou accidentels (non catastrophiques) de produits radioactifs.

Si les changements chimiques produits par les rayonnements ionisants ont lieu dans les cellules de reproduction des gonades, il peut en résulter une altération des gènes ou des chromosomes. Des défauts génétiques pourront alors être transmis aux descendants, des avortements spontanés pourront se produire si les fœtus issus de ces cellules endommagées ne sont pas viables. S'il est possible de connaître assez bien le taux de cassures chromosomiques en fonction des doses reçues, il est plus difficile d'évaluer l'effet de ces cassures sur la descendance. L'observation directe de la propagation de défauts génétiques dans la descendance n'est pas possible. L'altération des gènes produit généralement des gènes récessifs dont la possibilité de s'exprimer est très faible dans la première génération. Il faudra attendre plusieurs générations pour que l'effet commence à être visible. Le rayonnement contribue à augmenter le nombre de gènes défavorables, il augmente ce qu'on appelle le **fardeau génétique**.

Si les modifications chimiques se produisent dans d'autres cellules, il pourra y avoir induction de cancers. Mais la situation est moins claire que dans le cas des fortes doses pour lesquelles il y a une corrélation très étroite entre les signes pathologiques et les doses, à peu près indépendamment des individus. Différents individus soumis à la même dose faible de rayonnement peuvent réagir de façons très différentes : cancer chez les uns, rien chez les autres. La radiosensibilité est très variable d'un individu à un autre, elle varie avec le sexe, l'âge, l'état de santé. Les enfants asthmatiques par exem-

ple seront plus radiosensibles. Pourquoi cette différence entre diverses personnes ? La réponse n'est pas évidente, mais on peut donner un schéma rudimentaire pour l'expliquer. Lorsqu'une cellule absorbe du rayonnement, il peut se produire un changement dans certaines molécules qui la constituent. Si la modification a lieu dans les molécules qui servent à la reproduction de la cellule, les nouvelles cellules qui en résulteront seront différentes et perçues comme étrangères. Elles devraient être détruites par notre système immunologique. Cela peut ou non se produire. L'efficacité immunologique peut ne pas être suffisante pour les détruire mais suffisante pour empêcher leur prolifération ultérieure. Ce petit groupe de cellules cancéreuses est impossible à détecter cliniquement et il peut rester des années (de 10 à 20 ans ou plus) en attente d'une baisse d'efficacité immunologique pour proliférer jusqu'à la formation d'une tumeur cliniquement identifiable. Tous ces mécanismes sont variables d'un individu à un autre et le résultat en est que l'un peut mourir d'un cancer une quinzaine d'années après l'irradiation et l'autre pas.

Il n'est donc pas possible d'avoir une approche individuelle de ces effets. Ils ne sont décelables que d'une façon statistique : en moyenne, une certaine dose de rayonnement ionisant produira sur un grand nombre d'individus un certain pourcentage de cancers. Aucune prédiction a priori ne peut être faite sur la relation effet/dose. Seule une approche expérimentale est valable. L'effet cancérigène du rayonnement ne sera généralement pas perçu dans la vie quotidienne des groupes irradiés (travailleurs ou population) sauf si cet effet atteignait des niveaux énormes sous une forme qu'on pourrait qualifier d'épidémique. Il est bien évident que les normes établies par les diverses commissions d'experts en radioprotection veulent nous maintenir bien en-dessous de ces effets de type épidémique.

L'évaluation de l'effet biologique des faibles doses de rayonnement est un problème très complexe du fait de ses deux caractères principaux : le temps très long nécessaire pour qu'il se manifeste d'une façon cliniquement observable (une ou plusieurs générations pour les effets génétiques, 10 à 20 ans pour les cancers), et son aspect statistique. Pour évaluer correctement la relation effet/dose, il faut donc observer une population **très nombreuse** pendant un temps **très long**. Il faudra de plus que cette population soit assez bien connue et les doses d'irradiation reçues correctement mesurées ou évaluées. Quand les promoteurs de l'énergie nucléaire affirmaient pour lancer leur programme que le rayonnement ne présentait aucun danger pour les populations et les travailleurs, c'était une escroquerie car, à l'époque, ils ne disposaient pas de données valables sur l'effet des faibles doses. La difficulté

pour chacun de connaître la dose reçue, le temps long d'incubation, l'impossibilité de distinguer un cancer radioinduit des autres cancers, rendaient et rendent encore l'escroquerie assez facile, d'autant plus que leur situation d'experts faisait croire qu'ils possédaient assez de données théoriques ou expérimentales pour justifier leur affirmation.

L'évaluation des effets biologiques des rayonnements ionisants est importante et elle doit faire partie du dossier nucléaire. Il est nécessaire qu'elle soit faite correctement, si l'on veut parler comme le font les experts en terme de bilan.

III - La mort statistique

Il y a, à propos des effets biologiques des faibles doses de rayonnement, un phénomène que nous avons du mal à percevoir car il implique une causalité de type statistique.

Lorsqu'un travailleur tombe d'un échafaudage assez haut, après la chute il sera mort ou tout au moins sérieusement abîmé. L'accident professionnel dans ces conditions est clair. Après l'accident de Sévésco les symptômes relevés parmi la population pouvaient directement être reliés à la contamination par la dioxine. Il en est de même pour la plupart des produits chimiques (benzène, plomb, mercure, etc...). Des autopsies peuvent éventuellement confirmer les observations cliniques. Il n'en découle pas pour autant une reconnaissance officielle des dangers ni une réglementation adéquate de l'usage ou de la manipulation de ces produits. Les exemples de Minamata et l'amiante le montrent bien. Pour les fibres de verre, il faudra attendre une vingtaine d'années et de nombreux morts pour qu'on envisage de les réglementer. Mais ceci est un autre problème.

Lorsqu'un travailleur de l'industrie nucléaire reçoit une dose massive d'un seul coup, disons plus de 100 rem, il y a quasiment à coup sûr des effets bien définis sur son organisme. Là aussi la situation est claire. La relation entre la dose et les effets est bien définie.

En ce qui concerne les faibles doses de rayonnements ionisants, la situation est moins claire et plus vicieuse. Plusieurs personnes soumises à la même dose faible peuvent avoir des réactions très différentes, cancers ou rien. Les cancers qui auront été radioinduits ne sont pas spécifiques d'une irradiation artificielle. Certains tissus de l'organisme sont plus radiosensibles que d'autres (moelle osseuse, thyroïde, poumons, etc...) mais les cancers de ces tissus ne sont pas spécifiques d'une irradiation. Il n'est donc pas possible d'identifier sur un individu donné la cause de son cancer. Par contre quand on effectue des moyennes sur un grand nombre de personnes ayant eu des passés sensiblement similaires, la relation entre les cancers et les doses reçues se précise et cela de mieux en mieux au fur et à mesure qu'on observe une population plus nombreuse. Les effets cancérigènes du rayonnement aux faibles doses ne peuvent donc pas être perçus dans la vie quotidienne sauf s'ils atteignent des niveaux énormes. Si le type de cancer observé est rare, c'est-à-dire très peu fréquent, on peut avoir une très forte présomption, mais jamais une certitude de type causal avec un nombre de cas assez faible.

Depuis que les effets cancérigènes du rayonnement sont un peu mieux connus de la population, malgré l'autocensure quasi totale de la presse, les promoteurs développent dans le public l'argument suivant : interrogez les habitants vivant autour des centrales et demandez-leur s'ils ont observé quelque chose d'anormal. Nous allons montrer que cet argument est vicieusement erroné en prenant un modèle assez simple et grossier mais qui permet de fixer les idées par quelques chiffres. Imaginons que là où vous vivez vous connaissiez une centaine de personnes assez bien pour vous intéresser à la cause de leur mort. En moyenne vous apprendrez la mort d'environ une personne par an. Ceci est très approximatif car ce chiffre dépendra des classes d'âge des gens que vous connaissez, mais gardons ce chiffre comme moyenne. Le taux moyen de mort par cancer actuellement est d'environ 20 %. Cela signifie qu'en l'absence d'effets perturbateurs dus au rayonnement vous enregistrez un mort par cancer tous les cinq ans. Cela bien entendu si on vous a indiqué la cause de la mort pour tous les morts que vous avez connus et n'oublions pas que le cancer est une maladie « honteuse », taboue, dont on évite de parler. Donc sur une vingtaine d'années vous aurez appris la mort de vingt personnes dont quatre par cancers. Il faut prendre ces chiffres comme des ordres de grandeur car ces nombres dépendront des gens que vous connaissez : femmes, hommes, enfants, asthmatiques, etc... et de leur âge. Pour faire le bilan après ces vingt ans, il vous faudra vous souvenir de toutes ces morts et de leurs causes. Imaginons que dans le milieu où vous vivez le risque de cancer par l'irradiation artificielle ait doublé. Ceci est un risque énorme, environ 200 fois supérieur

à celui que les normes sont censées garantir. Vous enregistrez alors en vingt ans vingt-quatre morts dont huit par cancers. Pouvez-vous vous rendre compte dans ces conditions que vous vivez dans un milieu à très fort risque cancéreux ? Pouvez-vous détecter ce risque en discutant avec une personne qui, vivant dans un milieu où ce risque n'existe pas, a, comme vous, tenu la comptabilité des morts sur vingt ans ? Elle aura enregistré vingt morts dont quatre cancéreux. Ceci suppose évidemment pour que la comparaison ait un sens que cette personne connaisse des gens assez similaires à ceux que vous connaissez (âge, profession, sexe, catégorie sociale, etc...). Imaginer que nous soyons capables de faire de telles comparaisons est absurde et ceux qui nous suggèrent de les faire sont des escrocs. Pour que l'on puisse ressentir le risque il faudrait qu'il soit au moins quatre à six fois plus grand que le doublement. Ce serait un risque catastrophique. Pouvez-vous donner à partir de vos observations de vie quotidienne (sans lire aucun texte) le taux moyen de mortalité par cancers ?

L'observation de la mortalité (nombre de morts) ne vous indiquera pas non plus que vous vivez dans un milieu à haut risque. Vous enregistrez vingt-quatre morts au lieu de vingt. Pourrez-vous faire cette différence après vingt ans ? Certainement pas si vous vous fiez à votre mémoire. Si vous les avez soigneusement notés vous aurez alors à vos trousses la horde des statisticiens qui vous feront la preuve que vos observations n'ont aucune valeur statistique, qu'il faut tenir compte des fluctuations de mortalité parmi la population, etc...

De toute façon, si malgré les experts vous êtes convaincu (à condition de ne pas faire partie des huit cancéreux observés) que le risque que vous courez est grand, vous le saurez **après** avoir couru ce risque. Vous auriez probablement aimé le connaître **avant** pour éventuellement en tenir compte.

Seuls les statisticiens pourront, dans certaines conditions, se rendre compte qu'il y a quelque chose. Ils pourront dire que sur 1 000 cancéreux un certain nombre le sont devenus sous l'action du rayonnement artificiel. Ils pourront, si leur étude est bien faite, le dire avec une bonne certitude (un fort niveau de confiance, comme ils disent), mais ils ne pourront jamais identifier lesquels sont morts à cause du rayonnement.

Ces chiffres pourraient paraître bénins alors que nous les disions correspondre à un risque catastrophique. Appliqués à une population de 100 personnes ce doublement du risque de mort par cancers donne quatre morts supplémentaires en vingt ans. Appliqués à la totalité de la population française ils correspondraient à 100 000 morts supplémentaires par an, ce qui serait considérable.

Même si le risque nucléaire atteignait ce niveau énorme (les voitures prises en général comme niveau de risque très élevé font environ 13 000 morts chaque année), il ne nous serait pas possible de le détecter dans notre vie quotidienne.

Tout ceci nous choque profondément car nous ne pouvons pas nous rendre compte d'effets considérables nous concernant directement. Notre propre mort et la mort de nos amis nous échappent et pour les promoteurs de l'énergie nucléaire tout ceci n'est que fantasme et imagination en délire. Mais cette mort, bien que statistique, n'en est pas moins parfaitement réelle.

LE REM

Pour caractériser une certaine quantité de rayonnement, on définit d'abord le rad. C'est la quantité de rayonnement qui, en traversant de la matière, cède à cette matière une certaine quantité d'énergie par gramme de matière traversée. Le rad est une grandeur physique bien définie, mais il est insuffisant pour caractériser les effets biologiques car ceux-ci dépendent de la nature du rayonnement ionisant (X, γ , β , α , neutrons). Il faut donc définir une autre grandeur, l'équivalent (biologique) de dose. C'est le rem. Cette grandeur est obtenue en multipliant le rad par des coefficients qui dépendront du rayonnement :

$$\text{rem} = \text{rad} \times Q \times N.$$

Le facteur de qualité Q est assez bien défini, il dépend de la façon dont le rayonnement va être arrêté par la matière. Il sera d'autant plus grand que le pouvoir d'arrêt de la matière sera plus grand pour ce rayonnement. Dans la pratique la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIRP) a donné des valeurs standards pour Q, valeurs reprises dans les normes légales nationales :

rayons X et électrons	1
neutrons rapides, protons	10
particules	20.

Le facteur N regroupe tous les facteurs qui ont été négligés pour aboutir réellement aux effets biologiques. Pour le moment la CIPR recommande $N = 1$. Ceci revient à admettre que les effets biologiques ne dépendent pas de la façon dont les doses sont reçues : doses faibles fractionnées ou doses plus importantes reçues en une seule fois, façon dont les radioéléments se fixent dans l'organisme, etc...

IV - Le rem - La dose collective

La définition du rad ne pose pas de problème. Ce n'est pas pour autant que la dosimétrie du rayonnement soit facile. La définition du rem n'est pas très compliquée mais la réalité est malheureusement beaucoup moins simple. Le rem implique une proportionnalité directe entre la dose (en rad) et les effets biologiques, indépendamment de la façon dont le rayonnement est reçu. Des expériences faites sur des cellules montrent cependant que les dégâts produits par une dose donnée de rayonnement dépendent de la façon dont les doses sont administrées : les effets augmentent lorsque les doses sont fractionnées dans le temps. C'est le cas typique des travailleurs des installations nucléaires en fonctionnement normal et des populations polluées pendant des temps longs par de très faibles doses permanentes.

Pour les neutrons, des études montrent que les effets biologiques ne sont pas directement proportionnels aux doses reçues. Les dégâts par unité de dose augmentent lorsque les doses diminuent. Autrement dit, les effets biologiques semblent être renforcés aux faibles doses et il faudrait prendre un facteur N qui augmente au fur et à mesure que la dose diminue.

Tous ces sujets sont en discussion dans les milieux d'experts et on voit que ce *rem* utilisé en radioprotection n'est en réalité qu'une grandeur assez grossière pour mesurer les effets biologiques des rayonnements ionisants.

La dose (en *rem*) est une quantité totale cumulée de rayonnement, le débit de dose (en *rem/heure*) est une dose reçue par unité de temps. Au moment d'Harrisburg on a pu assister à la télévision à un vrai festival de manipulation fait par un docteur haut placé dans la hiérarchie médicale nucléaire. Lorsqu'il était dit que pendant l'accident le débit de dose en certains points à l'extérieur du site était de 20 millirem par heure, ce docteur expliquait ce nombre de la façon suivante : 20 millirem, c'est ce que vous recevez lors d'une radiographie pulmonaire en cliché standard. Ce qu'il oubliait de dire c'est que les gens soumis à ce débit recevaient l'équivalent d'une radio par heure. Il n'est pas possible que ce haut personnage d'un hôpital spécialisé dans les maladies du rayonnement ignore la différence existant entre dose et débit de dose.

Une notion apparaît de plus en plus souvent quand on parle des risques que l'énergie nucléaire fait courir à la santé publique : la dose collective. Le risque pour un individu donné soumis à du rayonnement est de peu d'aide si l'on veut évaluer les dégâts qu'une installation nucléaire causera sur une population. Dans ce cas, ce que l'on cherche à connaître entre autres c'est le nombre total de morts qui seront produits par cette installation. On peut obtenir le risque total en additionnant les risques de tous les individus de cette population. Quand il s'agit des travailleurs d'une installation, on sait qu'il y a chaque année, en-dehors des situations accidentelles, une certaine quantité de travail à effectuer dans des zones radioactives. On peut y faire intervenir beaucoup d'ouvriers pendant peu de temps ou peu d'ouvriers pendant plus longtemps. Dans le premier cas, les risques individuels sont faibles mais ils s'appliquent à beaucoup d'individus. Si l'on admet que l'effet cancérogène est directement proportionnel aux doses reçues, dans les deux cas le nombre de morts sera le même. Il se calculera en multipliant le risque par unité de dose par la somme totale des doses reçues, c'est ce qu'on appelle la dose collective. Elle est exprimé en $rem \times hommes$. Par exemple, 10 000 personnes recevant chacune 1 rem par an ou 20 000 recevant 0,5 rem par an, représentent la même dose collective de 10 000 rem \times homme. C'est la dose collective qui déterminera le « coût social » de l'installation, dans la mesure évidemment où l'on admet qu'un mort n'a de sens que par son « coût ». Diminuer les doses individuelles reçues par les travailleurs en les faisant travailler moins nécessitera plus d'ouvriers. La dose collective pour un travail donné restant la même, cela ne changera pas le nombre total de morts mais répartira le risque total sur un plus grand nombre d'individus, ce qui rendra l'effet plus difficile à détecter. La solution réelle pour réduire les risques n'est pas de diminuer uniquement les doses individuelles mais de réduire les doses collectives d'une installation ou d'un travail donné. Mais cela est beaucoup plus coûteux pour l'exploitant car cela implique de gros investissements pour accroître la protection. Employer des ouvriers temporaires mal payés qu'on renvoie après un certain travail « sale » est plus commode. Cela conduit d'ailleurs, pour un travail donné, à augmenter la dose collective, donc le nombre de morts car ce personnel mal formé sera moins efficace qu'un personnel permanent. Le temps total de travail sera plus long, les temps morts (entrée et sortie dans les zones radioactives) seront plus longs. Bien sûr, les cancers de cette catégorie de personnel ne seront pas comptabilisés dans le bilan de santé de l'usine car le suivi de ces ouvriers sera difficile et même généralement impossible à faire.

Si l'on applique cette notion de dose collective et l'hypothèse d'un risque cancérogène proportionnel à la dose reçue à une population soumise à des rejets radioactifs normaux ou accidentels, on s'aperçoit que la « dilution » n'a pas forcément le résultat miraculeux qu'on lui prête. En effet, diluer un produit radioactif dans l'air sur une plus grande surface de la terre diminue effectivement le risque

de chaque individu vivant au voisinage du point de rejet, mais plus de gens sont pollués. Le bilan du rejet dépendra de la dose collective reçue qui sera en première approximation directement liée à l'importance du rejet. Mais là encore, l'effet se répartissant sur une population beaucoup plus grande, il sera plus difficile de le mettre en évidence.

La notion de dose collective semble assez simple mais dans la pratique elle pose de nombreux problèmes. Les projets d'installations nucléaires nouvelles doivent préciser l'estimation de cette dose. Il est évident que son évaluation dépendra énormément des hypothèses faites quant au fonctionnement. Pour une installation déjà en opération, il est possible de la calculer à partir des mesures individuelles de rayonnement reçu par le personnel. Encore faut-il y inclure correctement la partie due aux contaminations internes, ce qui est très difficile. Les données publiées par les divers exploitants nucléaires montrent que la dose collective du personnel croît avec le temps, ce qui traduit une extension progressive de la contamination de l'installation. Cet accroissement n'est pas pris en compte dans les évaluations faites dans un projet d'installation nouvelle. En France, on néglige généralement l'évaluation de la dose collective dans les projets (du moins dans les documents qui sont rendus publics). On se contente d'affirmer que les normes légales seront respectées. Ceci est en totale contradiction avec l'esprit des recommandations des experts internationaux.

La dose collective pour la population est encore plus sujette à caution. Pour mener à bien le calcul il est nécessaire de faire une longue série d'hypothèses dont les fondements sont très douteux et sans appui expérimental. En cas de rejets importants lors d'un accident, l'évaluation de l'effet de l'accident implique une bonne connaissance de la dose collective qui en résulte et cela pour des populations situées très loin du point de rejet (100 km et plus). L'exemple de l'accident d'Harrisburg a été assez instructif à ce sujet. La dose collective a été le sujet d'une vive controverse parmi les experts. Le seul résultat clair des discussions a été de montrer la quasi impossibilité de calculer d'une façon sûre cette dose et par conséquent les effets de l'accident. Cela n'a pas empêché les représentants officiels de donner une évaluation du nombre de morts produits par l'accident.

Enfin, il faut signaler que le risque est une expression assez hypocrite. En effet, il exprime le nombre de morts et les dommages génétiques probables dus à une dose de rayonnement reçu. Au moment de l'irradiation on dira que chacun court un risque, ce qui peut laisser entendre que certains individus qu'on ne peut identifier a priori auront à coup sûr des cancers ou des malformations génétiques dans leur descendance, alors que les autres auront été indifférents au rayonnement. En réalité, tous les individus irradiés auront subi des dommages dans certaines de leurs cellules. Chez certains, ces dommages s'exprimeront au bout d'un certain temps sous la forme d'un

cancer ou d'une malformation génétique chez leurs enfants à venir avec ou sans mort précoce, chez d'autres, ces dommages n'auront pas d'issue fatale. L'évaluation du risque traduit cette situation, mais *tous* les individus auront subi des dommages. On peut mesurer assez précisément ces dommages dès l'irradiation, même si celle-ci est faible, en observant les anomalies chromosomiques dans les cellules des individus irradiés. Ceci a été mis en évidence par H.J. Evans à Edinburg sur des manutentionnaires de chantiers nucléaires ayant reçu pendant 10 ans des doses bien inférieures à la dose maximale admissible de 5 rem par an. Les conséquences biologiques des aberrations chromosomiques sont encore mal connues. Même lorsqu'il y a des désaccords sur l'ampleur exacte des dommages qu'elles peuvent causer, tout le monde s'accorde à penser que des détériorations du matériel génétique contenu dans les chromosomes sont indésirables.

UN NOUVEAU STYLE DANS UN DEBAT D'EXPERTS

« Le 3 octobre 1979, le Docteur Rosalie Bertell, sœur catholique, spécialiste des faibles doses de rayonnements dont les travaux ont prouvé que l'exposition à un rayonnement d'un rem équivalait à un vieillissement de l'organisme d'un an, a été poussée hors de la chaussée d'une voie rapide dans un accident qui rappelle étrangement la mort de Karen Silkwood.

Alors qu'elle rentrait après avoir donné une conférence, une voiture a tenté de l'éjecter de la chaussée. Le Docteur Bertell a néanmoins réussi à se ranger sur le terre-plein, après avoir subi de gros dégâts.

Quelques minutes plus tard, une voiture portant l'inscription « shériff » s'est arrêtée, et « l'officier », qui ne portait pas d'uniforme, est reparti en promettant d'avertir la police locale. Celle-ci n'est jamais arrivée. Bizarre... Plus tard, le Docteur Bertell a appris que la police n'avait reçu aucune communication, que toutes les voitures de shériff étaient noires, ainsi que l'uniforme réglementaire. Ce n'était pas le cas. Encore bizarre...

Quelques jours plus tôt, après avoir participé à une émission de télévision sur les effets des faibles doses à Rochester, le Docteur Bertell avait reçu des menaces verbales émanant d'officiels de la compagnie électrique de Rochester.

Le Docteur Bertell vient de participer à une série de conférences sur les faibles doses en Europe. Ces conférences avaient pour objet le fameux projet CIPR 26 du Programme des Communautés Economiques Européennes. Ce projet prévoit d'élever les doses maximales admissibles. »

(La Gueule Ouverte, 28 novembre 1979).

V - Comment sommes-nous « protégés » ? Les normes internationales

L'industrie nucléaire, en ce qui concerne la protection du personnel et de la population, est 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 devrait être la plus sûre et la plus propre de toutes les industries. 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.

COMMENT LES NORMES DE RADIOPROTECTION SONT-ELLES ELABOREES ?

Il existe un comité international d'experts, la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR). Ce Comité fonctionne depuis 1928. 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 sur les radiologistes. 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.

La CIPR n'a aucun pouvoir pour imposer aux législateurs des divers pays, ses vues en matière de radioprotection. Ce n'était pas son but. Elle cherche à rédiger quelques règles simples pour protéger les individus, sous la forme de « *recommandations* » à l'usage des législateurs des divers pays. Elle formule ses recommandations de façon telle que leur application locale puisse se faire avec assez de « *souplesse et de flexibilité* », ceci afin de ne pas gêner les experts nationaux qui doivent tenir compte des « *besoins locaux* ». Ceci est clairement exprimé dès les premiers paragraphes des recommandations générales du 17 janvier 1977 (CIPR-26). Pratiquement, cela se traduit, pour certaines recommandations, à une formulation vague.

Il ne faut pas compter sur cette Commission Internationale pour protester contre la non-application de ses recommandations ou pour enquêter sur place sur la façon dont sont respectées les règles de radioprotection. Elle affirme, d'une façon très précise, sa non-ingérence dans les problèmes industriels des divers pays pour rassurer les dirigeants industriels.

La CIPR présente ses recommandations comme le résultat d'une double préoccupation : (1) elle tient compte du bilan des connaissances sur les effets biologiques des rayonnements ionisants, (2) elle énonce ses normes, comme le résultat d'un compromis qui ne devrait pas gêner le développement technique et industriel et qui devrait protéger d'une façon « acceptable » les individus.

Le renouvellement des membres de la CIPR se fait par cooptation et la Commission ne dépend officiellement d'aucune institution étatique. Elle travaille donc en pleine « indépendance ».

Parallèlement à l'activité de la CIPR, divers comités d'experts peuvent se réunir pour effectuer à un moment donné le bilan des connaissances jugées « sûres » par les experts. Le plus important de ces comités est le Comité BEIR (Comité sur les Effets Biologiques des Rayonnement Ionisants) de l'Académie des Sciences des Etats-Unis. Les rapports de ce comité sont généralement pris comme référence par la CIPR et les experts officiels en radioprotection.

QUELLES IMPRESSIONS SE DEGAGENT DE LA LECTURE DES PUBLICATIONS DE CES COMITES D'EXPERTS ?

Tout d'abord on n'y trouve ni doutes, ni craintes. Les difficultés qu'on peut rencontrer pour obtenir des données vraiment sûres n'y sont jamais analysées. On arrive ainsi à définir ce qu'on pourrait appeler la « certitude officielle » où la validité d'une étude n'est pas la conséquence d'une analyse critique minutieuse mais le résultat d'un décret d'experts. Quand le bilan des connaissances est fait par ces commissaires experts, il est établi comme définitif à partir d'études présentées comme totales et définitivement sûres... jusqu'à la publication suivante (voir plus loin le tableau de l'évolution des normes). Lorsqu'un résultat ne peut manifestement pas être donné comme certain, les erreurs possibles pour les experts sont toujours assez faibles pour qu'une limite maximale des effets soit toujours évaluée avec certitude. Ainsi, les recommandations qui en découlent pour notre protection semblent se fonder sur des bases particulièrement solides et sur un souci constant de la protection des individus.

L'autre aspect des rapports de ces commissaires experts est la surestimation systématique des risques. Par souci de prudence, ils déclarent que l'évaluation des risques qu'ils adoptent est systématiquement majorée. Ceci est difficilement compréhensible car par ailleurs ils déclarent qu'il est possible, à partir des études déjà faites, d'évaluer exactement ces risques. Ces experts ne perdent jamais

une occasion de souligner leur prudence, conséquence de leur grand souci de la protection de la santé publique.

Cependant, si la lecture des recommandations de la CIPR est rassurante pour les promoteurs de l'énergie nucléaire, les motivations de la Commission sont assez inquiétantes pour ceux qui ne sont pas de farouches partisans de ce type d'énergie.

Les recommandations de la CIPR sont présentées comme un compromis « *acceptable* » pour l'ensemble de la population, compromis entre la « *nécessité* » du développement industriel, présenté a priori comme une loi naturelle universelle et que des règles trop strictes gêneraient ou empêcheraient, et les dommages sur notre santé qu'il n'est ni nécessaire ni souhaitable de réduire en-dessous d'un certain niveau. Les deux termes du compromis ne sont pas analysés. La « *nécessité* » du nucléaire est admise comme un phénomène naturel. La notion de « *risque acceptable* » n'est pas définie. Pour trouver une cohérence logique dans les recommandations des experts il est nécessaire d'admettre que le « *risque acceptable par la population* » est un risque qu'ils veulent faire accepter à la population. Nos experts sont cependant des démocrates. Leur vœu est que tous les avantages n'aillent pas à certains et les inconvénients à d'autres. Cela veut peut-être dire qu'en cas de catastrophe il est recommandé de protéger tout le monde et pas seulement quelques personnages responsables (de la catastrophe). Bien que le vœu de la CIPR soit clairement explicité, les recommandations sont très discrètes, pour ne pas dire inexistantes, sur la façon de l'appliquer.

S'il devait y avoir un compromis, les termes ne devraient pas être ceux que la CIPR prend en compte. Le compromis devrait se formuler à partir des dégâts que peut créer le développement industriel du nucléaire et la nécessité de la protection de la population et de sa descendance. Mais cette évidence ne semble pas avoir été ressentie par les commissaires experts. La façon dont la CIPR formule les deux termes du compromis est significative de sa motivation principale : protéger à tout prix le développement industriel du nucléaire sans que les dégâts soient trop flagrants.

Récemment, la CIPR a introduit une nouvelle notion, celle d'optimisation « *coût-avantage* », sans définir précisément ces termes : coût pour qui ? avantages pour qui ? On voit même apparaître dans sa dernière publication des équations mathématiques pour faire cette optimisation. Les mathématiques ça rassure ! Coûts et avantages comportent chacun deux groupes de termes fort différents. L'abaissement des niveaux de sûreté ou de protection conduit bien évidemment à une réduction du coût financier des installations et de leur exploitation, cela se chiffre aisément. Le surcroît de coût pour la santé des travailleurs et de la population, comment l'évaluer ? La CIPR n'a certainement pas besoin d'apprendre aux industriels et aux technocrates la façon d'évaluer des économies d'investissements. Mais la CIPR ne donne pas de mesure pour les dégâts de santé qu'il

faudrait faire entrer dans ses équations, le prix d'un cancer par exemple. Amenées sur ce terrain, les mathématiques, évidemment, ne seraient plus du tout rassurantes.

Ces commissaires experts se présentent avec l'auréole de l'indépendance de scientifiques uniquement soucieux de vérité et de dévouement au bien public. Mais il y a derrière leurs conclusions une énorme quantité d'argent, une énorme structure industrielle, une classe technocratique de plus en plus puissante, sans parler des militaires qui furent les premiers utilisateurs de l'énergie nucléaire. Peut-il exister des gens totalement indépendants dans ces conditions ? Certainement, il y en a eu et il y en a, mais leur vie ne doit pas être facile et ils ne doivent pas traîner longtemps dans la profession d'expert. A ce sujet, nous avons le témoignage de Karl Z. Morgan, un des pionniers de ce qu'on appelle la physique médicale. Morgan a travaillé longtemps dans des organismes officiels de radioprotection, il a présidé la CIPR et il en est actuellement membre emeritus. Voilà ce qu'il écrivait en 1975 dans l'*American Industrial Hygiene Association Journal* :

« Notre destin en tant que physiciens médicaux d'une profession en croissance constante, a été l'un des plus intéressants et des plus excitants, mais il n'a pas été toujours 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 pour abaisser nos critères de sécurité, parce qu'ils refusaient des compromis acceptant des conditions de travail insuffisamment sûres ».

C'est dit avec prudence et réserve mais c'est suffisamment clair. La sécurité est une gêne pour les industriels, les militaires, les technocrates. Tous ces gens possèdent des moyens de pression particulièrement efficaces. Si les purs perdaient leur travail, on peut avoir des doutes quant à l'indépendance de ceux qui n'ont jamais été inquiétés. Les mésaventures que le Dr Mancuso de l'Université de Pittsburgh a connues après la publication de ses travaux qui mettent en évidence une sous-estimation du risque d'un facteur d'au moins 20 par la CIPR, montrent que les pratiques décrites par Morgan n'ont pas cessé. Une Commission d'enquête du Congrès Américain a essayé de déterminer les organismes qui doivent dorénavant être chargés de la poursuite des études sur l'effet biologique des faibles doses. Doivent-elles être confiées au Département de l'Energie (promoteur gouvernemental du nucléaire civil et militaire), doivent-elles être confiées à des Agences officielles apparemment moins engagées dans l'industrie nucléaire, ou à des Universités ? Le problème est difficile à résoudre. Pour que le résultat des études épidémiologiques soit crédible dans la population il faut qu'elles soient faites par des gens qui ne soient pas trop impliqués dans le développement industriel du nucléaire mais alors les dangers sont grands de voir se développer des polémiques publiques dont l'effet sur la population ne peut être qu'angoissant. En France, l'Etat a adopté une solution simple : il n'y a aucune étude de santé qui concerne l'énergie nuclé-

aire. La structure centralisée de notre société et la complaisance (complicité) des représentants élus et de la presse a permis de maintenir l'opinion publique française dans l'ignorance totale des questions relatives aux effets biologiques du rayonnement. Les études de santé-rayonnement n'ont rien d'académique, l'enjeu des polémiques scientifiques qu'elles suscitent est de taille.

Les recommandations de la CIPR s'accompagnent d'affirmations péremptoires dont la conclusion est : acceptez nos recommandations et tout ira bien, car nous sommes scientifiquement sûrs de ce que nous affirmons.

Deux nombres pour voir ce qu'on peut penser de telles affirmations :

- en 1934 la CIPR recommandait comme dose maximale (sans danger) 46 rem par an,
- en 1956 elle recommandait 5 rem par an comme dose maximale (toujours sans danger).

En 20 ans la CIPR a réduit les normes d'irradiation pour les travailleurs d'un facteur 10 et cela toujours avec la même certitude. De nombreux travaux récemment publiés montrent qu'il faudrait procéder à une nouvelle réduction d'un facteur d'au moins 20 pour maintenir le risque au niveau « acceptable » que la CIPR a défini.

Le Comité BEIR de l'Académie des Sciences des Etats-Unis a publié en 1972 un gros volume faisant le point sur les effets biologiques du rayonnement. Le Dr Alice Stewart de l'Université de Birmingham (Grande-Bretagne) fut appelée à témoigner devant ce comité. Dans la publication du Comité BEIR ses idées sont rapportées en quelques lignes et ses arguments balayés d'une façon péremptoire et autoritaire. Depuis 1978, quand on lit les revues médicales spécialisées on s'aperçoit que les travaux et les idées d'Alice Stewart sont au centre d'un débat très animé. Cela prouve au moins que si en 1972 elle se trompait, c'était loin d'être évident. En 1979, les experts de ce comité BEIR se sont réunis pour essayer d'établir un nouveau bilan à la suite de la controverse qu'a déclenchée la publication de l'étude de Mancuso, Stewart et Kneale. Après de nombreuses semaines de débats les experts de ce Comité n'ont pu se mettre d'accord sur un rapport de synthèse et ils ont été obligés de publier l'état de leurs discussions. Pour la première fois un rapport officiel faisait état de divergences profondes entre les conclusions des experts.

Les « recommandations » de la CIPR, loin d'être prudentes comme l'affirment ses experts, sont de plus en plus en contradiction flagrante avec les résultats des études épidémiologiques sur l'effet des faibles doses de rayonnement.

Les « recommandations » de la CIPR pour les doses maximales admissibles sont présentées avec un grand luxe de précautions et

de nombreuses professions de foi affirmant le souci constant des experts vis-à-vis de la santé publique. Les doses maximales admissibles sont présentées comme des limites extrêmes à ne pas dépasser. Bien qu'elles soient déclarées sans danger, il est cependant demandé de réduire les doses d'irradiation au mieux. Un des termes de l'optimisation d'une installation nucléaire doit être, pour les experts internationaux, la réduction de l'exposition des personnes aux rayonnements. Lorsque les législateurs nationaux élaborent les textes légaux de radioprotection (par exemple le décret qui régit actuellement la protection en France, ou le projet européen de réglementation en cours de discussion), toutes ces précautions de langage disparaissent et il en sort des textes secs où il ne reste plus que la limite admissible. Celle-ci apparaît plus d'ailleurs comme une limite permise. La loi ne prévoit pas de sanctions lorsque cette limite est dépassée.

Depuis quelques années la notion de norme admissible est très fortement critiquée. L'introduction des syndicats de l'énergie nucléaire et de l'opinion publique dans la discussion des normes a créé un certain malaise parmi les experts en radioprotection. C'est ainsi que l'on voit dans les très officiels congrès internationaux de radioprotection des sessions consacrées entièrement à l'analyse des concepts de norme admissible, afin d'aboutir à une présentation cohérente et logique des fondements conceptuels de la radioprotection. Certaines communications à ces congrès concernent même les bases éthiques et sociologiques des notions de normes de protection. Ceci a été particulièrement net au dernier Congrès de l'Association Internationale de Radioprotection qui s'est tenu en mars 1980 à Jérusalem. Les experts ressentent de plus en plus le besoin de se justifier sur le plan moral, social et philosophique. Il est évident que ces discussions n'ont aucune influence sur les législations qui régissent la radioprotection. Elles ne servent qu'à reconforter les experts dont le moral faiblirait devant les attaques des syndicats et de l'opinion publique.

UN GERANT DU PLAN ORSEC-RAD

En décembre 1979, le préfet de la Manche déclarait, au cours d'une conférence de presse présentant le **Plan Particulier d'Intervention de La Hague** :

« J'AI EN CHARGE L'IMPROBABLE ET NON L'IMPREVISIBLE »

C'est ce personnage qui aurait, en cas d'accident majeur dans l'usine de retraitement, la responsabilité de la santé des personnes de la région. Quand on connaît le niveau d'initiative des préfets, même dans des affaires mineures, on n'a pas à s'étonner qu'ils n'envisagent leur rôle que dans une stricte application des plans. Il n'entre pas dans leur fonction de s'assurer que l'**imprévisible** des techniciens correspond bien à l'**impossible**.

**EVOLUTION DES NORMES INTERNATIONALES
DE RADIOPROTECTION**

(d'après Karl Z. Morgan)

— Pour les travailleurs

Valeur recommandée	Commentaires
52 Roentgen/an (46 rem/an)	1925 : recommandée par A. Mutscheller et R.M. Sievant.
	1934 : recommandée par la CIPR et pratiquée dans le monde entier jusqu'en 1950.
36 Roentgen/an (31,5 rem/an)	1934 : recommandée par la NRCP.
15 rem/an	1949 : recommandée par la NRCP.
	1950 : recommandée par la CIPR pour l'irradiation de la totalité du corps.
5 rem/an	1956 : recommandée par la CIPR.
	1957 : recommandée par la NRCP.

— Pour le public

1,5 rem/an	1952 : proposée par la NRCP pour tout organe du corps.
0,5 rem/an	1958 : proposée par la NRCP.
	1959 : proposée par la CIPR pour les gonades ou la totalité du corps.
0,17 rem/an	1958 : proposée par la CIPR pour les gonades ou la totalité du corps.
0,025 rem/an	1977 : proposée par l'EPA pour tout organe sauf la thyroïde.
0,005 rem/an	1974 : proposée par l'ERDA pour les personnes vivant près d'une installation nucléaire.

NOTA :

L'E.R.D.A. (Agence pour la Recherche et le Développement Energétique) est un organisme américain dépendant directement du Ministère de l'Energie, chargé du développement énergétique et plus spécialement de la promotion de l'industrie nucléaire.

L'E.P.A. (Agence de Protection de l'Environnement) est un organisme officiel américain spécialement chargé du contrôle de l'impact du nucléaire sur l'environnement et les populations. Il est d'une certaine façon l'équivalent américain de notre S.C.P.R.I.

La N.R.C.P. (Conseil National de Protection Radiologique) est l'organisme officiel américain chargé de préparer et de justifier les normes de protection pour le compte du gouvernement américain.

VI - Le débat sur les normes de radioprotection

Jusqu'il y a deux ou trois ans la situation en matière de radioprotection semblait « claire ». Plus exactement, les experts officiels la présentaient comme « claire » et l'opinion publique était totalement en dehors de la question. En 1977, la publication par Mancuso, Stewart et Kneale des résultats d'une étude de la mortalité par cancers parmi les travailleurs de l'usine nucléaire de Hanford (USA) ouvrait le débat. L'estimation des risques par la CIPR n'apparaissait plus comme évidente. Les pressions faites sur Mancuso pour arrêter l'étude n'ayant pas réussi, il fut directement menacé dans son travail (retrait des crédits, menace de mise à la retraite anticipée, etc.). La presse américaine prit la défense de Mancuso et intervenait directement dans le débat en popularisant les résultats de l'étude. Il n'était dès lors plus possible pour les experts officiels d'éviter le débat sans perdre toute crédibilité, du moins aux Etats-Unis.

Depuis longtemps la dose maximale admissible de 5 rem par an était présentée comme très prudente et ne devant conduire à aucun risque supplémentaire. On prétendait qu'en-dessous d'un certain seuil de rayonnement il n'y avait strictement aucun risque. Comme ce modèle n'était pas du tout satisfaisant, il fut par la suite abandonné officiellement mais les promoteurs du nucléaire continuaient à l'utiliser abondamment pour leur propagande. Les experts officiels eux essayèrent de le faire revivre d'une façon ou d'une autre en imaginant divers modèles mathématiques pour la relation effet-dose (quadratique, sigmoïde, etc). L'existence d'un seuil dans la dose de rayonnement pour l'observation d'un effet biologique était bien rassurante. Cette impression de sécurité provenait des observations faites sur les survivants japonais de Hiroshima et Nagasaki et sur les malades soignés par rayons X. Pour eux, le taux de cancers ne semblait pas dépendre de la dose tant qu'un certain seuil de rayonnement n'était pas atteint. Les objections que certains épidémiologistes comme Alice Stewart faisaient, n'étaient pas prise en compte. Pouvait-on transposer directement les observations faites sur les survivants japonais qui avaient reçu d'un seul coup de très fortes doses, qui avaient survécu à une catastrophe, et les appliquer aux travailleurs ou aux populations vivant au voisinage des centres nucléaires et qui reçoivent des doses faibles d'une façon fractionnée ? En d'autres termes la question était : la population des survivants

japonais était-elle représentative d'une population normale du point de vue de la santé ? Le débat actuel montre que la réponse à ces questions est non. L'étude sur les survivants d'Hiroshima et de Nagasaki ne tient pas compte du fait que les survivants des explosions avaient un taux de mortalité générale plus faible que l'ensemble de la population japonaise. Alice Stewart a analysé en détail l'origine des différences entre les deux études concernant les survivants japonais, et les travailleurs de Hanford. L'essentiel de ses remarques porte sur le fait que les survivants japonais ne constituent pas une population normale. Quelques nombres illustrent bien cette constatation.

Population initiale avant les explosions	429 000
Nombre de morts dans les 24 heures qui suivirent les explosions	67 000
Survivants après 24 heures	362 000
Morts de 1951 à 1974	70 500
Morts entre 1945 et 1950 (premier jour exclu)	77 500
Morts attendus pour une population normale en 5 ans	18 100

L'étude officiellement admise ne prend en compte que les personnes ayant survécu aux explosions et encore vivantes en 1950. Le tableau précédent montre que le taux de mortalité entre 1945 (24 heures après les explosions) et 1950 a été 4 fois supérieur au taux de mortalité d'une population normale. Le rayonnement à forte dose a des effets à court et moyen terme qui amènent une baisse d'efficacité du système immunologique, ce qui élimine par mortalité pour causes diverses (maladies infectieuses par exemple) les personnes les moins résistantes. Les conditions de vie dans des villes détruites par bombardement ont aussi contribué à éliminer les personnes les plus faibles. Certains spécialistes de la guerre bactériologique ont d'ailleurs reconnu ce fait car pour eux une attaque bactériologique aurait un effet très renforcé si elle se produisait quelques semaines après des explosions de bombes nucléaires. On peut dire à coup sûr qu'en 1950 les survivants japonais constituaient une population sélectionnée d'où les individus les plus faibles avaient disparu. Cette sélection a dû être beaucoup plus « efficace » que les tests de santé que l'on fait passer à l'embauche des employés des centres nucléaires. La sélection parmi les survivants des explosions a été d'autant plus « efficace » que les doses reçues étaient plus fortes. Les résultats de cette sélection seraient les suivants : (1) le taux de mortalité des survivants après 1950 était plus faible que pour une population normale, (2) l'effet de sélection, d'autant meilleur que les doses reçues étaient plus fortes, compensait l'effet cancérogène à long terme qui, pour une population normale doit augmenter avec les doses. En conséquence, le taux de mortalité par cancers apparaissait indépendamment des doses reçues sauf pour des doses très fortes pour lesquelles la compensation n'était plus suffisante. Tout se passait comme si l'effet cancérogène du rayonnement ne se produisait qu'au-

dès d'une dose critique, d'un seuil. Par contre, la mortalité pour des causes, qui pour une population normale sont indépendantes du rayonnement, décroissait quand les doses reçues augmentaient. La population des survivants était une population très spéciale et tout à fait non-représentative des travailleurs ou des populations en situation normale.

La seconde étude qui sert de base à l'évaluation officielle des risques cancérogènes du rayonnement aux doses faibles, a été faite sur les malades soignés par radiothérapie, ceux en particulier souffrant de spondylarthrite ankylosante. Par nature, des malades forment une population anormale où le taux de mortalité pour causes diverses est plus élevé que pour une population normale. Pour observer un cancer radioinduit, il faut attendre entre 10 et 20 ans après l'irradiation. L'observation du cancer n'est possible évidemment que si la personne est encore vivante après cette période de latence. Si elle meurt avant, son cancer latent ne sera pas comptabilisé dans le bilan final. Les personnes les plus malades, donc le plus susceptibles de mourir prématurément, recevant probablement les plus fortes doses, auront moins de chance de mourir de cancer. Dans le cas des malades soignés par radiothérapie, l'effet cancérogène croissant normalement avec les doses reçues sera contrebalancé par un accroissement de mortalité prématurée augmentant avec la dose reçue. La mortalité apparente par cancers apparaîtra donc indépendante de la dose reçue.

Les survivants japonais et les malades soignés par radiothérapie semblaient donc prouver que le rayonnement n'avait aucun effet notable jusqu'à une certaine dose seuil située vers la centaine de rem. Le seul effet qui était reconnu était une augmentation du nombre des leucémies. Or, aucune anomalie n'était observée parmi les travailleurs du nucléaire en ce qui concernait les leucémies. Ceci pour certains était la preuve qu'il n'y avait pas pour ces travailleurs d'effet du rayonnement sur la santé. Une analyse détaillée des conditions particulières à Hiroshima et Nagasaki, et pour les malades atteints de spondylarthrite ankylosante permet d'expliquer les différences observées pour la leucémie : doses massives non fractionnées dans les deux cas, contamination interne par des radionucléides se fixant préférentiellement sur les os pour les survivants japonais, irradiation locale des os pour les malades. Les arguments développés par Alice Stewart que nous avons rapportés ici ne peuvent être rejetés a priori. Il est de plus en plus nécessaire, comme elle le réclame, que les données de ces deux études qui servent de fondement à la radioprotection soient rapidement réanalysées afin de déterminer l'influence de l'anormalité de ces populations sur l'incidence des cancers.

L'idée d'un seuil de dose pour l'effet biologique du rayonnement a été accueillie avec enthousiasme par les promoteurs du nucléaire, cela d'autant plus que ce seuil était assez élevé. Il suffisait donc pour eux de prévoir des normes maintenant travailleurs et population

en-dessous de ce seuil pour être certain qu'il n'y aurait aucun effet. Tout se passe comme si la CIPR admettait ce seuil de 100 rem et une durée de vie professionnelle de 20 ans, la dose annuelle maximale pouvait donc être fixée à $100/20 = 5$ rem.

Les officiels en radioprotection étaient si sûrs d'eux qu'ils désiraient améliorer leurs preuves. La Commission à l'Energie Atomique américaine finançait Mancuso, de l'Université de Pittsburgh, pour étudier la mortalité parmi les travailleurs des installations nucléaires. Les militaires eux, savaient depuis longtemps que les faibles doses de rayonnement avaient un effet. Ils avaient dénombré des cancers et leucémies pour des doses officiellement sans effet parmi les soldats ayant assisté aux tests de bombes atomiques et parmi la population des états voisins des sites où les tests avaient eu lieu. Mais leurs rapports ont été maintenus secrets pendant très longtemps et leur publication est récente.

La seule méthode valable pour évaluer correctement les risques de cancer pour un niveau de dose donné, c'est d'irradier une population avec des doses connues, attendre suffisamment longtemps (10 à 20 ans et plus) puis dénombrer les morts par cancer. C'est ce qui a été fait pour les travailleurs de Hanford. Les industriels du nucléaire ont irradié des travailleurs, les doses reçues ont été mesurées et comptabilisées, Mancuso, Stewart et Kneale ont compté les morts et les ont classés en cancers et non-cancers. Ils ont fait ce dénombrement sur *tous* les travailleurs de l'usine (35 000) entre 1944 et 1977, qu'ils y soient restés quelques jours ou des années, qu'ils soient morts pendant leur activité professionnelle ou longtemps après. L'étude montre qu'il n'y a pas de seuil pour l'effet cancérigène du rayonnement, que l'effet est proportionnel à la dose reçue et que le rapport risque de cancer/dose reçue est plus de 20 fois supérieur à ce qu'avaient estimé les experts officiels de la CIPR bien que ceux-ci aient affirmé que, pour des raisons de prudence, ils avaient volontairement surestimé les risques du rayonnement.

Pour maintenir la logique et la cohérence des recommandations de la CIPR, les experts n'ont que deux possibilités : (1) maintenir les doses maximales admissibles actuelles et déclarer que les risques correspondants sont bien plus élevés que ceux qu'ils ont déclarés « acceptables », (2) maintenir leur niveau de risque « acceptable » et réduire en conséquence les doses maximales admissibles. Il est évident qu'aucune de ces deux solutions ne les enchantent vraiment (1) ou bien ils mettent en évidence que l'industrie nucléaire est une activité très dangereuse, (2) ou bien ils réduisent les normes et augmentent le coût des installations et de leur exploitation jusqu'à rendre le nucléaire totalement absurde économiquement. Si la polémique était restée entre experts, il aurait été assez facile d'escamoter le problème, mais l'opinion publique (surtout aux Etats-Unis) a surgi dans le débat et exige des explications. Ceci produit un énervement notoire de certains experts officiels.

L'objectivité et l'indépendance si souvent affirmées parmi les comités d'experts dont les conclusions ont servi de base aux normes de radioprotection, voudraient que les données collectées à Hiroshima et Nagasaki soient disponibles pour les groupes de chercheurs qui désireraient les réanalyser. Il est vrai que le débat n'a rien d'académique et qu'il engage une masse énorme d'argent, voire le blocage définitif de l'énergie nucléaire. Sans parler de l'effet qu'aurait sur les populations la mise en évidence que l'étude qui sert de base à toute la radioprotection est des plus critiquables et que les experts officiels ont agi avec une légèreté considérable sur un sujet qui touche à la santé publique. Il n'y a donc rien d'étonnant que ceux qui ne veulent pas se plier aux pressions aient quelques ennuis.

L'étude de Mancuso, Stewart et Kneale n'est pas la seule qui mette en évidence une sous-estimation du risque pour les effets biologiques du rayonnement. C'est la plus précise de ces études car connaissant exactement les doses individuelles reçues par chaque travailleur, ils ont pu relier avec une bonne précision l'effet cancérigène aux niveaux de doses. D'autres études montrent que pour certaines populations on peut détecter un effet alors que les doses reçues que l'on peut estimer même grossièrement ne devraient avoir eu aucun effet d'après les évaluations officielles.

Les travailleurs des chantiers navals de Portsmouth (USA)

L'analyse de la mortalité des travailleurs de ces chantiers entre 1959 et 1977 montre que le taux de mortalité par cancers est supérieur de 80 % pour les travailleurs qui étaient affectés à des travaux nucléaires (réparations et manipulation des combustibles de sous-marins nucléaires) par rapport aux travailleurs non nucléaires. En ce qui concerne les taux de leucémie le rapport est d'environ 8. Les doses de rayonnement reçues par ces travailleurs ont été évaluées. Elles sont assez largement inférieures aux doses maximales admissibles. Les niveaux de risque pris en compte officiellement ne permettent pas d'expliquer ces accroissements de mortalité par cancers. La conclusion du Professeur Najarian, de l'Ecole de Médecine de l'Université de Boston, qui a dirigé l'étude, est : « L'accroissement du taux de mortalité par leucémie ou autres cancers parmi les travailleurs nucléaires dépasse les prédictions fondées sur les résultats antérieurement connus de l'effet du rayonnement sur l'homme ». Signalons que ce sont ces « résultats antérieurement connus », en contradiction avec les observations faites, qui fondent les normes actuelles de radioprotection.

La population vivant sous le vent de l'usine nucléaire de Rocky Flats dans le Colorado (USA)

Les études de population faites au voisinage de l'usine de Rocky Flats (traitement du plutonium) ont montré une augmentation des taux de leucémie et de malformations génétiques. Une étude de Carl Johnson présentée à Jérusalem en mars 1980 au Congrès de l'Asso-

ciation Internationale de Protection Radiologique apporte des précisions à ce sujet. L'augmentation des cancers parmi les populations vivant sous le vent de l'usine décroît quand on s'éloigne de Rocky Flats. Les résultats sont résumés dans le tableau qui suit.

Distance à l'usine	Accroissement des taux de mortalité par cancers	
	chez les hommes	chez les femmes
de 3 à 21 km	24 %	10 %
de 21 à 29 km	15 %	5 %
de 29 à 35 km	8 %	4 %

La population vivant au-delà de 35 km a été prise en référence. Carl Johnson attribue cet accroissement des cancers à la contamination par le plutonium qui s'est échappé de l'usine soit au cours des accidents (incendies, fuites) soit normalement sous forme de particules très fines qui peuvent traverser les filtres de très forte efficacité.

Influence des radiodiagnostic médicaux sur l'incidence des leucémies

I. Bross et R. Bertell, dans une étude financée par le Ministère de la Santé des USA, portant sur trois Etats, ont mis en évidence une corrélation entre le risque de leucémie et les doses reçues au cours des radiodiagnostic médicaux. R. Bertell quant à elle, conclut en disant que les effets du rayonnement sont équivalents à un vieillissement prématuré proportionnel à la dose reçue.

Il faudrait aussi mentionner d'autres études faites sur les Japonais qui sont entrés à Hiroshima et Nagasaki après les explosions, sur les soldats américains qui ont assisté aux tests de bombe A, sur les habitants des Iles Marshall irradiés par les retombées radioactives dans le Pacifique, sur les habitants de l'Utah (USA) vivant près du Nevada où les bombes nucléaires furent expérimentées de 1951 à 1962.

Toutes ces études vont dans le même sens : les normes officielles sous-estiment les risques cancérigènes du rayonnement.

L'énumération précédente pourrait laisser croire que les responsables américains ont été particulièrement insouciants vis-à-vis du rayonnement. Dans les autres pays dont la France, les responsables ont agi de la même façon. Si les résultats y sont moins spectaculaires, c'est qu'après la dernière guerre le sous-développement technologique de ces pays n'a pas permis aux « responsables » de se lancer

aussitôt et à la même vitesse que les américains dans l'énergie nucléaire sous ses formes militaires ou civiles. En France l'absence totale d'étude permet d'éviter de mettre en évidence les conséquences sur la santé de l'activité nucléaire. Quant à l'Union Soviétique, l'existence d'une censure très stricte sur les effets du rayonnement sur les humains a évité les polémiques ! Les « responsables » occidentaux à maintes reprises ont affiché leur admiration et leur envie vis-à-vis du système soviétique qui évite toute interférence entre l'opinion publique et les technocrates de l'industrie nucléaire.

Les dernières recommandations de la CIPR modifient certains aspects des normes mais elles continuent à escamoter les problèmes de radioprotection que le développement très rapide de l'industrie nucléaire rend de plus en plus aigus.

La dose maximale dans le cas d'une irradiation uniforme de la totalité du corps est fixée à 5 rem par an. Les normes précédentes prévoyaient une dose moyenne de 3 rem par trimestre. Ceci permettait d'augmenter les doses pendant un certain temps si le travailleur avait été antérieurement faiblement irradié. Par exemple, un ouvrier embauché à l'âge de 40 ans n'ayant jamais été irradié dans sa profession démarrerait sa carrière nucléaire avec un handicap de $5 \times (40 - 18) = 110$ rem. Dans les dix premières années de sa nouvelle carrière il pouvait recevoir 12 rem par an pendant 15 ans sans violation des normes. Les nouvelles recommandations suppriment ce genre de situation.

La dose maximale admissible (DMA) de 5 rem par an est la base des normes de radioprotection. Elle s'applique essentiellement aux irradiations externes pas trop difficiles à mesurer si on n'est pas trop regardant sur les problèmes de dosimétrie et sur les facteurs de qualité des divers types de rayonnement.

Pour compléter les normes il faut aussi définir les doses maximales admissibles pour les organes lorsque ceux-ci sont irradiés isolément. Lorsqu'un organe est irradié isolément, la dose qu'il peut recevoir pour le même risque cancérogène est plus grande que celle d'une irradiation totale du corps, car un seul organe est concerné au lieu de l'ensemble des organes. Pour les gonades c'est essentiellement le risque génétique qui est pris en compte. Lorsque plusieurs organes sont irradiés, on calcule pour chacun d'eux la fraction de la DMA correspondant à la dose qu'il a reçue. La somme de toutes ces fractions doit être inférieure à 1. Les recommandations antérieures spécifiaient directement pour chaque organe la DMA. Les nouvelles recommandations, par le biais d'une nouvelle définition des DMA-organes, conduisent à une augmentation de ces DMA sans que cela apparaisse clairement. Le tableau qui suit résume la situation.

Organes	DMA recommandées en 1965	DMA recommandées en 1977
Gonades	5	20
Poitrine	15	32
Moelle	5	42
Poumons	15	42
Thyroïde	30	50
Os	30	50

Le relèvement des normes pour les organes pris isolément pourrait paraître une clause de style car la plupart du temps un organe n'est jamais irradié isolément dans le cas d'une irradiation externe. Lorsqu'il y a irradiation d'un organe c'est généralement au cours d'un « *incident* » (accident) où l'irradiation est très forte et quasi impossible à évaluer correctement. Il n'est donc pas possible de tenir compte de ces doses-organes maximales admissibles pour en déduire des règles précises de radioprotection. Par contre, ce sont ces doses-organes qui servent à calculer les doses maximales de contamination interne pour les divers radioéléments. Les installations nucléaires « *vieillissent* » très vite, expression pudiquement utilisées pour masquer la progression rapide de la contamination radioactive dans ces installations. Il est nécessaire de faire intervenir un personnel de plus en plus nombreux dans des zones de plus en plus radioactives. Les cas de contamination interne augmentent rapidement et cela pose des problèmes aux exploitants. Le relèvement des doses maximales pour les organes, dans ces conditions, est donc le bienvenu. Si le souci des commissaires experts de la CIPR concernait réellement la protection du personnel, ils auraient proposé des recommandations plus rigoureuses pour les interventions en zones contaminées. Mais là n'est pas leur préoccupation majeure. D'autre part, ce sont ces DMA-organes qui servent à calculer l'effet des rejets dans l'environnement sur les populations. Un relèvement de ces doses permet un relèvement des normes de rejets sans changer les coefficients de « *sécurité* » qui apparaissent dans les calculs pour les autorisations de rejets. Situation bien agréable pour les promoteurs d'un nucléaire intensif. L'expérience leur a déjà démontré que les installations nucléaires se détériorent très vite. Des normes de rejets trop restrictives, provenant de taux de pollution de l'environnement trop stricts, les amèneraient à remplacer trop rapidement certains équipements et à multiplier les stations d'épuration. Ces propositions d'augmentation des doses-organes ne sont donc pas anodines.

Les fortes critiques faites à la dose maximale admissible de 5 rem par an ne semblent pas faire reculer les membres de la CIPR bien que depuis quelque temps ces critiques aient gagné certains responsables officiels de la santé (aux Etats-Unis) au point où quelques-uns d'entre eux ont préconisé de refuser les normes de la CIPR parce qu'elles ne sont pas assez strictes. Cependant, les commissaires-experts de la CIPR ont dû tenir compte des inquiétudes de plus en plus grandes du personnel et de la population. Ils essaient d'y répondre dans certains commentaires de leurs textes. Pour cela, la Commission introduit la notion de « *groupes critiques* », ensemble des gens travaillant dans un centre nucléaire, ensemble des populations vivant au voisinage d'une installation nucléaire. Elle ne va pas jusqu'à définir avec précision ces « *groupes critiques* » et reste, comme toujours, dans le vague. Elle déclare constater que pour ces groupes critiques les doses reçues restent inférieures en moyenne au dixième de la DMA même si certains individus reçoivent effectivement ces DMA. Elle laisse donc entendre que les DMA effectives seraient 10 fois moindre que les DMA officielles. Il n'y aurait donc pas lieu de réduire ces dernières. La CIPR ne va pas jusqu'à recommander que ceci soit effectivement respecté et que cette règle soit introduite dans les normes et pour cause. Une étude présentée en mars 1979 par le syndicat CFDT à un séminaire de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique à Vienne, montre que les affirmations de la CIPR sont fausses. A partir des données fournies par les exploitants des installations nucléaires, la CFDT montre que les doses moyennes reçues par les travailleurs dans toutes les installations nucléaires du monde dépassent largement le dixième de la dose maximale admissible de 5 rem. D'autre part, il apparaît clairement dans cette étude de synthèse que ces doses moyennes en général augmentent avec le temps, qu'elles sont plus fortes aux Etats-Unis où les installations sont plus vieilles qu'en Europe. Une communication au récent Congrès de l'Association Internationale de Protection Radiologique (mars 1980) montre bien que les craintes de la CFDT sont largement fondées. Un spécialiste du « Centre d'Etude sur l'évaluation de la protection dans le Domaine Nucléaire » (Fontenay-aux-Roses) y présenta les estimations des doses moyennes que recevront vers 1990 les travailleurs de l'énergie nucléaire. Pour l'ensemble du cycle du combustible la dose moyenne annuelle prévue est de 1,5 rem. Pour le personnel des centrales, la dose moyenne prévue est de 2,5 rem, pour celui des usines de retraitement elle est de 1 rem. Pour les mineurs elle est de 1,4 rem en ne tenant pas compte de l'effet du radon, sous prétexte de la grande imprécision dans le calcul de son effet. On est bien loin dans ces prévisions du 0,5 rem des experts de la CIPR. Encore une fois, on voit là des affirmations péremptoires de la CIPR ne s'appuyant sur aucune donnée réelle. La crédibilité de la CIPR ne tient qu'à l'autorité qu'on veut bien lui accorder.

En ce qui concerne les populations les arguments de la CIPR permettent de supprimer une des normes adoptées antérieurement. Si la dose maximale admissible pour tout individu de la population

reste toujours fixée à 0,5 rem/an, la clause des 5 rem maximum en 30 ans (soit 170 millirem par an) pour la moyenne de la population est supprimée. Qui voudrait recevoir plus que ce que les normes autorisent pour la moyenne de la population ? La suppression de la clause de la moyenne évite toute polémique, ce qui risque d'être fort utile dans l'avenir. Les populations vivant au voisinage des installations nucléaires commencent à s'inquiéter sérieusement des rejets radioactifs causés par des « incidents » de plus en plus fréquents. L'accroissement considérable de la production ne peut qu'augmenter les rejets « normaux » et aussi les « incidents ». La banalisation de cette situation, par des normes assez larges, peut aider à dédramatiser les discussions dans une population qui commence à être angoissée. C'est une solution économique qui est proposée là aux promoteurs de l'énergie nucléaire.

Ces exemples montrent bien que nos normalisateurs sont très sensibles aux besoins locaux des promoteurs qui ont de plus en plus de mal à maintenir leur crédibilité auprès des travailleurs et des populations. La CIPR met son prestige et son autorité dans la balance pour fournir à nos promoteurs des arguments qui se veulent rassurants mais qui hélas ne sont pas fondés sur la réalité.

Les recommandations générales de la CIPR, si elles sont relativement précises quant aux irradiations externes (elle n'aborde pas le problème des mesures), laissent dans l'ombre la question de plus en plus importante des contaminations internes. Aborder ce sujet mettrait à jour la faiblesse des connaissances sur l'action des radioéléments dans l'organisme. Pour avoir quelques idées sur l'effet de la contamination par un élément il faudrait connaître avec précision le métabolisme de cet élément : comment il pénètre dans le corps, comment il s'y déplace, dans quels organes et comment il se fixe. On préfère rejeter ces problèmes sur des commissions spécialisées qui définissent avec toute la sérénité technocratique, des métabolismes standards. Ceci permet de faire, sinon des pronostics, du moins des calculs. L'exemple le plus frappant est donné par Karl Z. Morgan qui a présidé pendant longtemps la Commission Contamination Interne de la CIPR. Il s'agit de l'effet du plutonium sur l'organisme. Voici ce que Karl Morgan écrivait en 1975 :

« Par exemple, un des premiers articles montrant comment calculer la dose correspondant à des éléments radioactifs déposés à l'intérieur du corps et donnant la charge admissible dans le corps ainsi que les concentrations admissibles de 20 radionucléides, fut retardé de près d'un an, quand je l'ai présenté pour publication en 1945 car certaines valeurs d'irradiations professionnelles admissible que j'avais calculées étaient beaucoup plus faibles que celles en usage dans les activités de production d'armes. En ce temps-là je n'avais à peu près aucune donnée sur le métabolisme de ces radionucléides. Je devais faire confiance en grande partie à une série de publications de J.G. Hamilton et al. sur le métabolisme des produits de fission, le plutonium et autres actinides chez les souris et les rats et dans quelques cas les données valables provenaient de 3 ou 4 rats. »

Les gens qu'on a fait travailler il y a une trentaine d'années sur le plutonium n'ont probablement jamais soupçonné que leur protection tenait aux observations faites sur « 3 ou 4 rats ». S'ils l'avaient su il est fort probable que leur enthousiasme au travail aurait été fortement atténué. Il est vrai qu'il est un peu tard pour beaucoup d'entre eux de le savoir maintenant. Pour ceux qui travaillent avec ce produit il serait assez instructif de savoir ce que sont devenus ces travailleurs.

Dans ce même article, Karl Z. Morgan faisant état des expériences faites sur des animaux par des injections de plutonium, est amené à conclure que les normes actuelles sous-estimeraient énormément les risques et il suggère une réduction des doses maximales admissibles de contamination par un facteur 240 ! Jusqu'à présent on supposait que l'organe le plus sensible, pour une contamination par une quantité donnée de plutonium, était le poumon (organe critique). De récents travaux montrent que ce n'est probablement pas le cas. Le plutonium ne se fixe pas d'une façon uniforme dans les os mais à leur surface sur des tissus particulièrement plus radiosensibles, ce qui accroît son efficacité de radioinduction de cancers sur ces tissus.

Dans le domaine des contaminations internes, comme pour les irradiations externes, la seule méthode sûre est expérimentale. Certains experts américains l'ont compris et ils ont lancé une étude consistant à autopsier systématiquement ceux qui ont été susceptibles d'être contaminés par du plutonium, observer la mortalité et mesurer la quantité de plutonium fixé sur les divers organes. Une campagne est menée auprès des travailleurs américains pour autoriser leur autopsie. Pour le moment, le nombre d'autopsiés n'est pas encore suffisant pour avoir une bonne certitude statistique sur la relation effet/dose. Il faudra encore que de nombreuses personnes soient contaminées et meurent pour avoir une bonne précision !

En ce qui concerne les rejets, le problème est encore beaucoup plus compliqué, car en plus du métabolisme particulier des radioéléments dans le corps humain, il faut connaître aussi la façon dont ces éléments se déplacent du point de rejet jusqu'aux hommes. Les mécanismes de ces déplacements dans l'environnement sont extrêmement nombreux et complexes, ils sont de nature physique, chimique et biologique. Ils impliquent le métabolisme de cet élément dans tout le règne animal et végétal. On sait par exemple que la contamination dans la région de Kyshtym dans l'Oural s'est lentement propagée vers l'extérieur de la zone initialement contaminée par la catastrophe qui s'est produite en 1958 dans un centre de stockage de déchets nucléaires. La propagation s'est faite par les petits animaux, les eaux de ruissellement, etc. Comment analyser a priori de tels mécanismes ? Ce n'est qu'après coup qu'on s'est aperçu que le plutonium rejeté par l'usine de La Hague dans la mer ne se dispersait pas indéfiniment. Le plutonium rejeté se concentre dans certaines algues et on trouve une concentration beaucoup plus élevée

qu'en haute mer de Perros-Guirec à Honfleur. La maximum est à Ecalgrain (La Hague) et atteint 100 fois la valeur à la Pointe Saint-Mathieu. Le plutonium, loin de se diluer indéfiniment dans l'océan, s'est concentré dans une zone qui s'étend sur 150 km de part et d'autre de l'émissaire qui rejette les déchets de l'usine. Ceci n'était absolument pas prévu par les experts qui ont au départ évalué l'effet de l'usine de retraitement des déchets de La Hague. Ce n'est qu'après une dizaine d'années de fonctionnement de l'usine que ceci a été trouvé expérimentalement. Il n'a d'ailleurs pas été possible de fournir un modèle permettant de faire quelques extrapolations pour les rejets futurs. Il n'est pas question de reprocher à ces experts leur ignorance, elle est normale compte tenu de la complexité énorme des phénomènes. Par contre, on doit leur reprocher de ne pas avoir clairement indiqué qu'ils ne savaient pas grand chose sur tout ce qu'ils allaient déclencher. Loin d'exprimer des doutes, c'est une extraordinaire confiance dans leurs prédictions qu'ils affichaient. Là est l'escroquerie.

La dernière remarque qu'il faut faire à propos des normes c'est le silence total quant aux accidents. Dans les recommandations générales de la CIPR, il n'y a rien concernant les conduites à tenir en cas d'accidents et les critères à retenir pour la protection des travailleurs et des populations. Le récent accident d'Harrisburg montre qu'il y a là un problème qu'il est urgent d'aborder car il est de plus en plus évident que les accidents graves font partie du fonctionnement « normal » des installations nucléaires.

L'ÉTUDE DE MANCUSO, STEWART ET KNEALE SUR LA MORTALITÉ PAR CANCERS ET AUTRES CAUSES PARMI LES TRAVAILLEURS DE L'USINE NUCLÉAIRE DE HANFORD (USA)

De toutes les études sur l'effet cancérigène du rayonnement aux doses faibles, celle publiée en 1977 par Mancuso, Stewart et Kneale est la plus précise numériquement. Elle porte sur un grand nombre de travailleurs, près de 35 000 dont 27 962 avaient été contrôlés par des films dosimètres. L'étude a suivi ces travailleurs sur plus de 30 ans.

Ces chercheurs ont montré qu'il y avait une relation linéaire entre les doses reçues et la mortalité par cancer. Ceci exclut l'hypothèse d'un seuil en-dessous duquel le rayonnement n'aurait pas d'effet cancérigène. L'excès de cancers est directement proportionnel aux doses reçues. Pour l'ensemble des morts étudiés, 5 % des cancers observés seraient ainsi dus au rayonnement. Ces cancers radioinduits affecteraient essentiellement le pancréas, la moelle rouge osseuse et les poumons. La dose moyenne cumulée individuelle pour les travailleurs morts est de 1,66 rad. Ces résultats sont incompatibles avec le risque adopté par la Commission Internationale de Protection

Radiologique pour établir les normes de radioprotection. Avec l'évaluation officielle du risque cancérigène du rayonnement, l'excès de cancers parmi les travailleurs de Hanford aurait été trop petit pour être observable.

La méthode statistique utilisée dans cette étude a dérouter les experts officiels qui ont immédiatement réagi en la déclarant sans valeur. Habituellement, la méthode utilisée consistait à comparer les taux de mortalité du groupe d'individus étudié à ceux d'une population standard. La grosse difficulté est de trouver une telle population qui soit identique au groupe constitué par les travailleurs de l'énergie nucléaire, car ceux-ci subissent des contrôles médicaux avant l'embauche et ils n'ont pas les mêmes caractéristiques de santé que le reste de la population. Mancuso, Stewart et Kneale, pour éviter cette difficulté, ont comparé les taux de cancer pour différents groupes de travailleurs de Hanford ayant subi des doses différentes de rayonnement. Ils ont ainsi mis en évidence un excédent de cancers proportionnel à la dose.

Cette méthode est maintenant en voie de devenir classique en épidémiologie dans des domaines autres que celui de l'effet du rayonnement.

Les résultats de Mancuso, Stewart et Kneale ont déclenché une controverse qui n'est pas encore terminée. La plupart des experts officiels ne nient plus la corrélation trouvée entre l'incidence des cancers et les doses reçues, validant ainsi la méthode statistique utilisée. Ils reportent le débat à un niveau philosophique en déclarant qu'une corrélation établie statistiquement n'est pas une preuve de cause. Jusqu'à présent aucune cause autre que le rayonnement n'a pu être trouvée.

Les tableaux suivants résument quelques données de l'étude.

	Survivants	Morts avec cause certifiée			Morts sans cause certifiée
		total	cancer	non-cancer	
hommes contrôlés	18 009	3 742	743	2 999	129
femmes contrôlées	5 756	291	89	202	35
total des travailleurs contrôlés	23 765	4 033	832	3 201	164
travailleurs non contrôlés	5 553	1 236	269	967	97

LE RISQUE NUCLÉAIRE ET LA SANTÉ

Les travailleurs dits « contrôlés » sont ceux qui portaient un film dosimètre pour la mesure du rayonnement externe.

Dose rad/homme	Nombre de cancers	Nombre de non-cancers	Cancers/Total (%)
moins de 0,08	256	1 068	19,3
0,08 à 0,32	131	592	18,1
0,32 à 0,64	119	428	21,8
0,64 à 1,28	123	448	21,5
1,28 à 2,56	91	320	22,1
2,56 à 5,11	48	147	24,6
plus de 5,11	64	198	24,4

Comme il existe un relevé des doses annuelles pour les travailleurs morts de cause certifiée, il est possible de connaître la dose *cumulée* de chacun pendant sa vie professionnelle à Hanford. Les résultats sont les suivants :

2,03 rad/homme pour les morts par cancers,

1,66 rad/homme pour l'ensemble des morts,

1,57 rad/homme pour les morts par non-cancer.

LE RAYONNEMENT MÉDICAL

Quand on parle des dangers des rayonnements produits par les installations nucléaires, on se trouve souvent amené à parler du rayonnement médical. En effet les promoteurs du nucléaire prennent les examens par rayons X comme référence de l'inocuité du rayonnement en général. Il faut dire immédiatement qu'il y a là une escroquerie car il est assez largement reconnu que les examens radiologiques ne sont pas sans danger. La CIPR consacre quelques paragraphes sur ce sujet essentiellement dans divers domaines reconnaissant ainsi le danger des radiodiagnostic.

(1) Examens ou traitements directement liés à une affection :

« Il est indispensable que la décision soit fondée sur une évaluation correcte de l'examen, du bénéfice escompté 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 » (Article 197).

(2) Examens systématiques : « *Pour les examens systématiques de masse, la justification devrait être fondée sur un bilan entre les avantages qu'ils comportent pour les individus examinés et pour la population dans son ensemble d'une part et le détriment entraîné par le dépistage, d'autre part* » (Article 201). L'article 201 se termine par cette recommandation : « *Le programme devrait être fréquemment réexaminé pour déterminer si le rendement de dépistage de maladies importantes est suffisamment élevé pour justifier qu'il soit poursuivi.* »

Enfin la CIPR met en garde les praticiens en ce qui concerne les irradiations médicales qui n'apportent aucun bénéfice pour la santé des individus irradiés : irradiation délibérée en vue de certaines recherches médicales, examens faits en vue de déterminer l'aptitude à certains travaux, faits pour les assurances ou pour des raisons administratives.

La CIPR reste assez vague dans ses recommandations concernant les irradiations médicales. Elle se contente d'attirer l'attention des législateurs et des praticiens sur le fait que ces examens radiologiques ne sont pas sans danger.

Pour les examens systématiques, ces recommandations traduites en clair signifient : ne faites ces examens que si le nombre de personnes que vous pensez sauver par un dépistage est supérieur au nombre de personnes que vous tuerez par cancers radioinduits. Chaque fois que la fréquence d'une maladie que l'on cherche à dépister diminue, l'examen systématique doit être remis en cause. Aux Etats-Unis, le Ministère de la Santé tient compte de ces recommandations. Il y a quelques années le programme de mammographie systématique des femmes de plus de 50 ans a été stoppé. En France il est de bon ton de réclamer de l'argent pour qu'un tel programme puisse enfin être fait !

La CIPR énonce à la fin du chapitre consacré à l'irradiation médicale quelques conseils de bon sens : ne délivrer que le minimum de dose pour obtenir un cliché utilisable, n'irradier que l'organe qu'on veut examiner, attention au fœtus (très radiosensible) chez les femmes enceintes, pas de clichés inutiles parce que déjà faits, etc...

Tout ceci montre bien que l'irradiation médicale n'est pas aussi inoffensive qu'on veut bien nous le dire. Il est vrai que de nombreux médecins peuvent se laisser convaincre par l'argument car leur formation professionnelle est nettement insuffisante. La CIPR

le dit explicitement dans son article 208 : « *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.* »

Signalons que les appareils médicaux sont soumis à une homologation par le Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants du Ministère de la Santé. La lecture du décret qui sert de base à l'homologation montre qu'il ne s'agit là que de la protection du personnel et non pas des patients. En particulier des mesures faites au CEA de Saclay ont montré que les appareils pour examens pulmonaires par radiophotographie (les clichés 10×10 cm qui sont débités en série par les camions de dépistage qui sillonnent la France) délivraient aux patients des doses énormes (de 0,6 à 1 rem) totalement inutiles pour l'obtention d'un cliché correct. Ces appareils reçoivent régulièrement l'homologation du Ministère de la Santé publique. Les appareils d'examen radioscopiques qui délivrent des doses considérables sont encore d'un usage courant en pratique privée ou en dépistage systématique dans certaines entreprises utilisant de la main-d'œuvre bon marché. Ces appareils devraient depuis longtemps être interdits ou tout au moins rigoureusement réglementés.

Une campagne d'information devrait être faite par les responsables de la Santé publique sur les dangers des irradiations médicales. Il est vrai qu'une telle campagne irait à l'encontre des affirmations concernant les rayonnements ionisants inoffensifs.

Certains responsables médicaux nucléaires sont assez sévères vis-à-vis de la pratique médicale en radiodiagnostic. Le Docteur Jammet (membre français de la CIPR), au cours d'un congrès international sur la sûreté nucléaire, il y a quelques années, s'est montré très critique vis-à-vis de la pratique radiologique faite par des personnes peu ou pas qualifiées. Regrettait-il que des doses importantes de rayonnement soient « gâchées » alors que si elles étaient attribuées à l'industrie nucléaire par un relèvement des normes cela serait très utile pour réduire le prix de l'énergie ?

VII - La législation et les maladies professionnelles nucléaires en France

Quelle est la législation française en ce qui concerne la protection des travailleurs ? Les doses maximales admissibles sont régies par le décret du 20 juin 1966 (Journal Officiel du 30 juin 1966). Ce décret n'est pas conforme aux recommandations faites par la CIPR en ce qui concerne les 5 rem par an.

On peut lire dans le décret de 1966 :

« ART. 7. — Pour les personnes directement affectées à des travaux sous rayonnement :

« A — Les équivalents de dose maximaux admissibles dans les conditions normales de travail sont les suivantes :

« 1° Organisme entier, organes hématopoïétiques et gonades :

« a) L'équivalent de dose cumulé à un âge donné N , exprimé en années, ne doit pas dépasser la valeur D , exprimée en rem, calculée par la formule de base :

$$D = 5(N - 18)$$

« b) L'équivalent de dose reçu au cours d'une période de trois mois consécutifs ne doit pas dépasser 3 rem. »

La législation française considère les 5 rem comme une valeur moyenne à ne pas dépasser avec un maximum absolu de 12 rem dans une année.

L'application du décret de 1966 semble varier suivant les divers centres nucléaires du CEA. En particulier, aux Centres Nucléaires de Saclay et de Fontenay-aux-Roses (essentiellement des centres de recherche), la dose maximale admissible de 5 rem est annuelle : « L'équivalent de dose reçu au cours d'une année ne doit pas dépasser 5 rem » (Annexe II d'une « Note d'Information individuelle concernant les travaux sous rayonnement » du CEN de Fontenay-aux-Roses). On trouve une phrase analogue dans les notices d'information individuelle du CEN-Saclay.

Au centre de retraitement de La Hague (usine de production), les 5 rem sont un équivalent de dose moyen maximum : « La dose reçue en 1 an pourra dépasser 5 rem à condition que la dose cumulée ne dépasse pas la valeur donnée par la formule $D = 5(N - 18)$ où N est l'âge du travailleur en années » (extrait d'une « Notice d'Information concernant les travaux sous rayonnement ionisant » remise à chaque travailleur du centre).

Il faut de nombreuses années pour que les recommandations de la CIPR deviennent légales en France, bien que la CIPR comprenne un représentant officiel français, le Docteur Jammet, responsable au CEA des problèmes de santé liés au rayonnement (Chef du Département de Protection, CEA). Il est probable que les dernières recommandations pour l'augmentation des doses-organes seront légalisées beaucoup plus rapidement.

Les maladies professionnelles du rayonnement sont officiellement définies dans le Tableau n° 6 annexé au décret du 31 décembre 1946 modifié.

En ce qui concerne l'effet du rayonnement sur les travailleurs français, nous n'avons aucune donnée. Le CEA, aux demandes répétées des syndicats, s'est longtemps borné à mentionner, ce qui est absurde lorsqu'il s'agit de maladies statistiques, le nombre de maladies officiellement reconnues comme professionnelles. Pour les autres, le secret médical servait de couverture. Depuis quelque temps le CEA publie le nombre de morts par cancers parmi ses employés en activité. Ceux qui quittent les centres nucléaires avant leur mort et le personnel employé temporairement échappent à la comptabilité. Une véritable étude épidémiologique implique que tous les travailleurs soient suivis pendant longtemps. Les chiffres publiés par le CEA sont donc inexploitable. Il n'y a aucune étude épidémiologique sur la mortalité par cancer des mineurs d'uranium en France. L'étude que le CEA a fait effectuer sur les travailleurs de l'ancienne usine du Bouchet (élaboration de l'uranium) fermée en 1971 est très fortement contestée par les syndicats ; elle fait état de huit cancers depuis l'origine de l'usine. La CFDT, quant à elle, sans faire une recherche complète, a identifié onze cancers depuis la fermeture de l'usine. Ce point montre quelle valeur on peut attribuer aux affirmations des médecins du CEA quand ils disent que la mortalité par cancers au CEA est environ la moitié de celle d'une population normale. Il est vrai que l'étude du CEA sur l'ensemble du personnel n'a été publiée dans aucune revue scientifique, il n'existe pas non plus de rapport explicitant la méthodologie et les sources d'erreurs. Des études du CEA on ne peut déduire d'une façon quelconque la relation entre les taux de mortalité par cancers et les doses reçues. Ceci n'a pas empêché le Bulletin de l'Ordre des Médecins (octobre 1978) de reprendre l'argument pour le diffuser sans aucun commentaire critique dans le corps médical. Malgré l'optimisme officiel, la situation pour les maladies professionnelles de l'industrie nucléaire française semble assez inquiétante si l'on en croit ce qu'on pouvait lire en 1975 dans les Minutes du secrétariat de la Commission de Première Instance du Contentieux de la Sécurité Sociale de l'Essonne à Corbeil (24 novembre 1975), lors d'un jugement pour la reconnaissance du caractère professionnel d'une maladie d'un travailleur du CEA :

« Attendu que la présente Commission a du reste constaté que les recours tendant à faire considérer comme maladies professionnelles des anémies, des sarcomes ou des cancers le plus souvent mortels sont introduits uniquement par des employés du Commissariat à l'Énergie Atomique ou leurs ayants-droits ; qu'il semble donc que les travailleurs de cette entreprise soient exposés à des risques particulièrement graves ; qu'il appartient à l'employeur de signaler ce risque dans les formes prévues à l'article 1496 du Code de la Sécurité Sociale et aux médecins chargés de soigner les victimes de ces affections de faire la déclaration imposée par l'article 1500 du même code afin de permettre l'extension des tableaux et la prévention des maladies... »

En France, la présomption joue en faveur des travailleurs. Si la maladie est déclarée de caractère professionnel par le médecin traitant, c'est à l'employeur et à la Sécurité Sociale de faire la preuve du contraire. Dans les faits, lors des procès qui découlent d'une demande de maladie professionnelle, c'est presque toujours aux représentants du travailleur de faire la preuve et il leur faut une belle persévérance et une grande patience pour avoir une petite chance d'y arriver. De par la loi, les médecins *sont tenus* de déclarer toute maladie suspectée d'être d'origine professionnelle, même si elle n'est pas inscrite légalement au Tableau n° 6 et ceci afin de permettre l'extension de ce tableau. Très peu de médecins procèdent ainsi et cela d'autant plus que dans la plupart des cas les travailleurs ne tiennent pas à se faire déclarer en maladie professionnelle, ce qui les priverait de la possibilité de travailler au CEA ou dans ses filiales avec le lourd handicap d'un dossier médical chargé pour trouver un emploi dans une autre branche industrielle. L'intérêt immédiat des travailleurs est d'essayer d'obtenir une compensation, par exemple une mutation dans un service tranquille, sans risques, où l'absentéisme en cas de fatigue ne sera pas réprimé. C'est la pratique de ce qu'on appelle la « *mise au vert* ». En cas de mort, la Direction du CEA, jusqu'à présent, accordait parfois quelques avantages aux familles, comme l'embauche de l'épouse du travailleur décédé, afin de faciliter son insertion dans le monde du travail au cas où elle ne travaillait pas. Le poste proposé était quasiment indépendant de la qualification de la veuve mais dépendait fortement de la position hiérarchique du travailleur décédé. Il est de plus en plus fréquent d'utiliser des personnes intérimaires, sans garantie, sans formation, ignorant des dangers, employées pour des travaux particulièrement exposés pendant de courtes périodes, c'est ce que certains appellent de la « *viande à rem* ». Ce personnel échappe à tout suivi médical officiel. Le rapport de la Commission Hygiène et Sécurité élargie de 1977 à l'usine de retraitement des déchets de La Hague, indique que depuis 1974 le nombre de travailleurs directement affectés à des travaux sous rayonnement et appartenant au CEA est inférieur à celui des entreprises extérieures. Le rapport mentionne aussi que les doses reçues par ces ouvriers intérimaires sont supérieures en moyenne à celles reçues par les

agents du CEA. Il signale enfin que : « pour le personnel des Entre-prises Extérieures, le risque de contamination est pratiquement le double de celui des agents CEA ». Il est certain que la situation n'a pas dû s'améliorer depuis que l'usine de La Hague a perdu son statut CEA pour celui de la COGEMA, entreprise privée.

Le travail temporaire est bien adapté au nucléaire. Il permet d'irradier assez fortement pendant des durées courtes des travailleurs qui ensuite disparaissent dans la masse de la population. Au cas où les syndicats réussiraient à imposer des études de santé, il serait quasiment impossible de retrouver ces travailleurs pour faire un bilan de santé correct.

Comment dans de telles conditions croire aux bilans officiellement publiés ? Il est d'ailleurs abusif de parler de bilan à propos de ce qui est officiellement publié alors qu'aucune étude épidémiologique n'est faite ni en ce qui concerne les travailleurs ni en ce qui concerne la population.

Dans les débats d'experts et les études de santé, on remarque immédiatement, en parcourant les publications spécialisées, l'absence de la France. Inutile de chercher une étude de référence où l'on se rapporte à des travaux français et pourtant l'activité nucléaire française a démarré il y a plus de 30 ans. Ce n'est pas l'insuffisance des crédits alloués à la recherche nucléaire en France qui peut expliquer cette absence. Ce n'est pas le respect pointilleux de la législation sur le secret médical ou la vie privée des individus qui a empêché le Commissariat à l'Energie Atomique de chercher à savoir ce que sont devenus les employés du CEA qui, vers les années 50, travaillaient sur le plutonium. Bien sûr la juridiction française est mal adaptée à ce genre d'études, mais le respect de la vie privée n'a jamais empêché le CEA de faire des enquêtes policières pour les embauches. Cette indifférence pour les études de santé est délibérée, elle n'est pas le résultat d'un simple oubli. Il est totalement impossible pour des individus ou des organismes non mandatés par le Ministère de la Santé, d'avoir accès aux fichiers de mortalité de l'INSERM car ceux-ci sont « protégés » par la loi sur le secret statistique. Seules sont accessibles les données de mortalité par département publiées chaque année, mais s'il y a des effets locaux, ils se trouveront dilués et généralement impossibles à détecter. Dans certaines régions les services municipaux d'hygiène publient les données de mortalité mais quand on craint d'y voir apparaître un effet, ces données sont manipulées. A Cherbourg, près de l'usine de retraitement des déchets de La Hague, il a été décidé de changer la comptabilité des morts. Depuis quelque temps on compte les morts suivant le lieu du décès (une grande ville où existent des hôpitaux) et non plus suivant le lieu de vie (les villages qui sont au voisinage de l'usine). De cette façon, les rapports du service municipal de Cherbourg deviennent totalement inutilisables au cas où un effet pourrait devenir sensi-

ble. Non contentes de manipuler notre vie, nos institutions ressentent maintenant le besoin de manipuler les morts.

Pour les études de santé touchant au nucléaire la politique est très différente suivant les pays. Aux Etats-Unis des études se font, certaines sont très fortement critiquées, mais il y a quand même un début de débat. En Angleterre les responsables en radioprotection réagissent violemment, allant jusqu'aux injures, vis-à-vis de tous ceux dont les études mettent en doute les dogmes officiels. Certains responsables officiels de la radioprotection anglaise ont été jusqu'à dresser une liste noire de scientifiques officiellement déclarés non crédibles. L'appel à boycotter ces scientifiques est à peine masqué. En France nos officiels ont préféré un silence total aidés en cela par la quasi-totalité des journaux. En URSS une censure très stricte s'applique à tout ce qui touche aux effets biologiques du rayonnement sur les hommes.

DES TMOIGNAGES APRES L'ACCIDENT D'HARRISBURG

La presse américaine a largement rapporté des témoignages de ceux qui vivaient près de la centrale et qui brutalement ont pris conscience des dangers de cette installation.

« Des images poignantes demeurent longtemps après l'accident. Il y avait les mères qui se précipitèrent vers les écoles pour ramener chez elles leurs enfants, couvrant leur tête avec des couvertures ou des journaux, essayant d'une façon émouvante mais futile de les protéger des radiations. Il y avait les gens restant enfermés chez eux, fermant leurs fenêtres contre un ennemi invisible qui peut s'infiltrer à travers les murs de béton. Il y avait les gens qui jetaient quelques affaires personnelles dans leur voiture et qui devenaient soudainement des réfugiés. »

.....

Le Docteur Kay Gluck, généraliste et mère, ne peut pas encore parler de l'accident sans émotion dans la voix. Elle avait un enfant d'un an et elle était enceinte quand l'accident se produisit. Elle fut terrifiée. Elle quitta la ville pendant 33 jours, mais elle resta dehors à jardiner toute la journée de l'accident. *« Quand mon bébé est né, ma première question ne fut pas est-ce un garçon ou une fille ? mais est-il normal ? »,* dit-elle en pleurant doucement... *« Nous avons un compteur Geiger. Jamais, même en délirant, je n'aurais pensé que je posséderais un compteur Geiger. C'est étrange de vivre avec ce compteur. »* Les Gluck pensent déménager à 40 km d'Harrisburg. *« Nous pensions nous éloigner. Mais nous avons regardé une carte. Il y a tant d'installations nucléaires et de sites de stockage de déchets radioactifs que je ne sais pas où nous pourrions aller pour être en sécurité... De toute façon il n'est pas facile de vendre une maison dans la région. »*

Extraits d'un article publié par le *Los Angeles Times* du 13 avril 1980.

VIII - Les accidents graves dans l'industrie nucléaire - Les plans d'évacuation

Pendant longtemps, parler d'accidents graves pouvant conduire à l'évacuation massive de populations, était taxé de catastrophisme. Les propagandistes du nucléaire avaient même presque réussi à convaincre certains antinucléaires qu'il y avait là exagération. Progressivement, les antinucléaires évitèrent d'en parler et le sujet devint tabou.

L'accident d'Harrisburg a montré que non seulement les catastrophes étaient possibles mais qu'il fallait commencer à apprendre à vivre dans la perspective de catastrophes de ce genre.

Nous avons déjà signalé que la première catastrophe nucléaire est vieille. Elle date de 1958. Quand le dissident soviétique vivant en Angleterre, Zhorès Medvedev a révélé en 1976 la catastrophe survenue en 1958 sur une aire de stockage de déchets à Kyshtym dans l'Oural, ce fut un tollé général parmi les officiels occidentaux. Impossible déclarèrent-ils. Les américains cependant entreprirent à Hanford des travaux fort coûteux pour éviter ce genre d'accident sur leurs aires de stockage. Medvedev fut présenté comme un paranoïaque. Un an après, il apportait des preuves irréfutables que l'événement avait eu lieu. Ces preuves d'ailleurs existaient dans les publications scientifiques soviétiques disponibles dans les bibliothèques occidentales. Plus personne parmi les experts ne met actuellement en doute l'événement tel que Medvedev l'a rapporté. Une étude faite par le Laboratoire National d'Oak-Ridge (U.S.A.) rapportée dans la revue *New Scientist* du 10 janvier 1980 confirme les déclarations de Medvedev sur des bases nouvelles. Les cartes actuelles de la région permettent de constater la disparition de plus de 30 communes. La modification importante du système de drainage et des réservoirs d'eau apporte des preuves complémentaires. On ignore toujours l'origine exacte de l'accident car la censure soviétique est très stricte à ce sujet. Sans entrer dans les détails, on peut donner une idée de l'ampleur des dégâts : actuellement, plus de 20 ans après l'accident, un territoire de 50 km sur 100 km est encore interdit à l'habitation par suite d'une très forte contamination radioactive qui rend

impossible tout séjour permanent. L'histoire de la révélation de cet accident est fort instructive car elle met en évidence un fait important : la *complicité* de tous les Etats et de leurs représentants technocratiques, pour empêcher que les populations prennent conscience des dangers considérables de l'énergie nucléaire au moment où tous les Etats avaient dans leurs projets, la nucléarisation de la société industrielle. Cette complicité passait outre aux conflits politiques que ces états pouvaient avoir entre eux.

Un autre accident antérieur à Kyshtym, mais bien moins catastrophique, avait eu lieu dans une centrale nucléaire à Windscale (Angleterre) en 1956. A l'époque, il ne souleva guère de polémique. Pas de morts instantanés donc ce n'était pas grave. L'augmentation anormale de leucémies que l'on peut constater dans certaines régions anglaises pourrait montrer, peut-être, que l'accident fut plus grave que ce qui a été affirmé initialement.

Le développement industriel du nucléaire a été émaillé d'incidents qui ont frisé l'accident grave. D'après de récentes déclarations d'officiels soviétiques on sait que la situation a été identique à l'Est. Avec Harrisburg, l'accident a eu lieu et a pris une tournure dramatique. La fusion totale du cœur du réacteur a été évitée de justesse. On peut, à partir du scénario d'Harrisburg, imaginer bien pire. Pour la première fois en Occident on envisageait la nécessité urgente d'évacuer rapidement et d'une façon massive des populations importantes. Mais là encore l'absence de morts instantanés a rapidement dramatisé l'événement. Ce qu'il faut savoir c'est que l'accident d'Harrisburg n'est pas encore terminé. Des officiels américains déclaraient après la « fin » de l'accident que tout risque d'évacuation massive de la population ne serait pas écarté avant 4 ans, tant que les opérations de décontamination ne seraient pas terminées, celles-ci pouvant amener des rejets intempestifs à des niveaux suffisamment dangereux pour justifier une évacuation. Les experts ignorent encore dans quel état se trouve le réacteur. Un an après l'accident, tout ce qu'il a été possible de faire, a été d'envoyer deux personnes dans le sas d'entrée du bâtiment. Si l'optimisme est de rigueur dans la presse, les experts eux sont encore très soucieux.

Y-a-t-il eu des victimes pendant l'accident d'Harrisburg ? Non. Produira-t-il des morts ? Oui. L'évaluation du nombre de morts que causera l'accident n'est pas facile. Pour connaître l'effet à long terme (de 10 à 20 ans ou plus) d'un accident comme Harrisburg, il faut évaluer correctement la dose collective résultant de la pollution radioactive produite par l'accident.

L'accident d'Harrisburg est instructif car rien n'avait été prévu aux Etats-Unis pour censurer les informations. De nombreux experts officiels ont été interviewés et leurs déclarations souvent contradictoires permettent de mieux cerner les problèmes impliqués par l'accident. Les conversations téléphoniques entre le gouverneur de Pennsylvanie et les experts du gouvernement ont été enregistrées

ainsi que les discussions entre les experts officiels. La transcription de ces enregistrements a été rendue publique. Ceci nous permet de mieux comprendre les problèmes qui se sont posés pendant l'accident aux divers *responsables* de la sécurité (et de l'accident). La conséquence psychologique de cette situation libérale a évidemment été jugée très néfaste pour la population. Des mesures sont actuellement étudiées par le gouvernement américain pour que cette situation ne se reproduise plus. En France, on ne craint pas ce qu'on appelle cette pollution psychologique. Un haut responsable français de la sûreté nucléaire a déclaré publiquement au cours d'un séminaire, qu'il n'y avait à ce sujet aucune crainte à avoir en France : si un accident grave se produisait en France, une seule personne serait habilitée par le gouvernement pour répondre aux questions des journalistes. C'est dans ce cadre qu'il faut placer le souci du gouvernement français d'informer la population.

Peu de temps après l'accident, le Ministère de la Santé des Etats-Unis publiait son estimation de la dose collective. Le premier chiffre avancé fut de $1\ 800\ \text{rem} \times \text{homme}$. La semaine suivante cette dose était portée à $3\ 600\ \text{rem} \times \text{homme}$ sans que soit expliquée cette réévaluation. Partant de cette valeur et de l'estimation officielle de la relation effet/dose ($1\ \text{cancer pour } 12\ 500\ \text{rem} \times \text{homme}$), on aboutissait à moins d'un mort à long terme. En prenant pour base les résultats de l'étude de Hanford on aboutissait à une trentaine de morts par cancers. Dès la publication officielle de la dose collective, la discussion s'est très fortement animée parmi les experts. Il faut tout de suite signaler que les doses collectives ne peuvent être des doses mesurées. Le million de personnes concernées par les rejets ne s'est pas vu attribuer, avant l'accident, de films dosimètres qui auraient permis une mesure directe. Comment mesurer la contamination interne de cette population ? Les doses collectives sont des doses calculées. Dès les premières heures qui ont suivi l'accident, il était évident que la vingtaine d'instruments de mesure disposés autour du site pour la surveillance de routine, était nettement insuffisante. Pour certains de ces instruments, une épaisse protection atténuait très fortement le rayonnement. D'autres indiquèrent que leur capacité de mesure avait été dépassée ; ils ont été éliminés pour les calculs sans qu'on essaye d'expliquer pourquoi leur fonctionnement était supposé anormal. Il ne restait guère que les mesures faites par l'armée à bord d'hélicoptères, dans le panache radioactif. Les appareils utilisés étaient mal adaptés au type majeur de radioactivité relâchée, seul le rayonnement γ a été enregistré et on peut penser qu'environ 80 % du rayonnement total a échappé aux mesures. Un point important qu'il faut signaler car les rapports officiels n'en font pas la mention est qu'une fraction importante du panache radioactif qui s'est échappé de la centrale était constituée de krypton 85 émetteur β . L'irradiation β est très importante lorsqu'il s'agit de particules qui sont inhalées car la totalité du rayonnement se trouve absorbée par les poumons. La contamination interne est toujours très difficile à mesurer mais elle est très « efficace » du point de vue des dommages créés à l'organisme. A partir de ces mesures fort cri-

tiquables, il faut en déduire les doses reçues par la population : où et comment le panache a « traîné » à terre, la quantité d'air inhalé, etc. Les valeurs officielles des doses collectives sont incompatibles avec les mesures ponctuelles faites et publiées pendant l'accident, compte tenu des remarques précédentes. Karl Z. Morgan, un ancien président de la CIPR, a mis très fortement en doute les estimations officielles, car elles n'étaient pas accompagnées d'un rapport explicatif sur les hypothèses faites dans les calculs. Finalement, certains officiels du Ministère de la Santé des Etats-Unis essayèrent d'arrêter la polémique en déclarant qu'il serait impossible de connaître le niveau de la dose collective reçue par la population à la suite de l'accident. Plusieurs mois après, la Commission d'enquête du Congrès américain publie la valeur de 2 000 rem \times homme pour la dose collective toujours sans aucune explication sans que les hypothèses du calcul soient explicitées. Ce qui est plus curieux c'est que cette commission concluait à la possibilité de 1,5 mort, ce qui supposait une évaluation du risque de 6 fois la valeur officiellement admise par la Commission Internationale de Protection Radiologique. L'incohérence la plus totale apparaît dans les évaluations officielles. Ceci n'a pas empêché les savants académiciens français chargés par le Gouvernement d'enquêter sur Harrisburg de déclarer qu'il y aurait au plus un mort. Toute analyse un peu critique est absente de leur rapport. L'accident nucléaire est un sujet tabou et exige beaucoup de souplesse pour en parler officiellement.

Enfin, à propos d'Harrisburg, il est souvent dit que les gens ont reçu au maximum des doses correspondant à 2 radiographies pulmonaires, soit 80 millirem, chiffre fort contestable par ailleurs. Ce genre de comparaison est à utiliser avec prudence. En effet, dans une radiographie, on utilise un rayonnement X relativement « mou », les 40 millirem représentent la dose reçue à l'entrée du patient lors d'un examen radiographique pulmonaire standard. Ce rayonnement est fortement atténué lorsqu'il traverse le corps. Pour l'incidence des leucémies, c'est la dose reçue par la moelle osseuse qui importe. Cette dose est environ 10 fois plus faible que celle à l'entrée du patient. Le rayonnement reçu à Harrisburg est beaucoup plus dur et à dose équivalente à la surface du corps, la dose reçue par la moelle est dix fois plus forte que lors d'un examen radiographique. Si l'on admet ce chiffre de 80 millirem, il faut considérer, pour l'incidence des leucémies, l'équivalent non pas de deux radiographies mais de vingt, ce qui n'est plus négligeable.

Les analyses officielles ne répondent pas à certaines questions pourtant importantes. Y a-t-il eu autour d'Harrisburg une augmentation du taux d'avortements spontanés ? Cette information permettrait de recouper les estimations de doses reçues. Il serait important aussi de suivre, pendant les années qui viennent, les bébés nés après l'accident et qui ont été irradiés à l'état de fœtus (malformations génétiques, taux de leucémies, etc...). Ceci permettrait de mieux se rendre compte des conséquences possibles d'un tel accident.

Les estimations officielles américaines, reprises avec soulagement par les experts français, sont totalement invraisemblables. Les responsables de Washington et le gouverneur de Pennsylvanie ont sérieusement envisagé l'évacuation de la région ; les femmes enceintes et les enfants en bas âge ont été évacués, il a été recommandé aux gens de se calfeutrer dans leurs maisons. Ces mesures ont été prises ou envisagées à partir des mesures et estimations faites au moment de l'accident et elles sont totalement incompréhensibles si l'on admet les chiffres officiellement publiés après l'accident. Une estimation allant jusqu'à quelques centaines de morts dans ces conditions n'a rien d'invraisemblable.

Des accidents du genre d'Harrisburg ou plus graves encore posent le problème des plans d'évacuation et celui de leur validité. En France, les plans ORSEC-RAD n'ont eu jusqu'à présent qu'une valeur incantatoire. Pour les officiels : « Ne craignez rien, nous avons tout prévu ». Pour les antinucléaires : « Publiez ces plans ». Ils espèrent mettre ainsi en évidence le peu de sérieux de ces plans avec le secret espoir de forcer les technocrates à en faire de plus efficaces.

Avant de parler ou d'exiger la publication de ces plans d'évacuation, il y a plusieurs points à préciser, faute de quoi tout ce qui peut être dit n'a aucun sens.

Avant de rédiger ou d'examiner un plan d'évacuation en cas de catastrophe nucléaire, il faut connaître le nombre de morts qu'on estime *acceptable* lors d'un accident. Comme les normes internationales sont totalement muettes sur ce sujet, les experts nationaux peuvent faire ce choix en toute liberté. C'est à partir de ce nombre de morts *acceptable* qu'on peut définir la dose collective maximale admissible, en supposant connue la relation effet/dose. Il restera ensuite à définir comment l'autorité responsable de la santé publique calculera rapidement la dose collective probable dès le début des accidents. C'est à partir de ces données qu'une décision que certains qualifieraient de *rationnelle* ou *d'objective*, pourrait être prise. On voit tout de suite les difficultés qui surgissent pour la prise de décision. La transcription des conversations téléphoniques entre les responsables nucléaires de Washington et le gouverneur de Pennsylvanie fait bien ressortir cet aspect de la prise de décision. Pour connaître la dose collective probable, il faut connaître la nature et les niveaux des rejets accidentels possibles (ou qui ont déjà eu lieu), la façon dont ces rejets vont évoluer dans l'environnement dans les heures, les jours, les mois qui suivront l'accident. Ceci demande une connaissance très précise des conditions météorologiques locales, ce qui généralement n'est pas le cas, sauf si une station météorologique existe au voisinage de l'installation accidentée. Les calculs qu'on peut faire, même avec des données initiales précises, sont des plus hasardeux compte tenu des nombreuses hypothèses nécessaires pour commencer le

moindre calcul. Les instances administratives qui ont la charge de la santé publique, donc de la décision d'évacuation, sauront-elles faire rapidement ce que des experts mettront des mois à faire après l'accident avant de déclarer forfait ? Qui fera les mesures ? Harrisburg a montré, et cela est évident, que seule l'armée peut prétendre être capable d'assurer ce service. Et l'on sait que les militaires n'ont pas comme souci majeur la protection de la santé publique qui n'entre pas dans la responsabilité de leur fonction. Leurs préoccupations sont généralement d'une toute autre nature.

Quant on examine attentivement les conditions qu'il faudrait remplir pour arriver à une décision fondée sur des estimations qui auraient un sens, on se rend compte qu'il n'est pas possible qu'un plan d'évacuation puisse donner des directives claires aux instances de décision. Ne parlons pas des coûts supplémentaires pour les installations : station météorologique, hélicoptères prêts à décoller, appareillages de mesure disponibles en permanence, personnel important en attente, etc...

Les officiels reconnaissent implicitement ces points lorsqu'ils déclarent que ces plans concernent des aspects de sécurité militaire. Ce sont des intérêts bien « supérieurs » à la santé publique qui seront pris en compte pour la décision d'évacuation et cela d'autant plus que dans la plupart des cas les morts étant différés il sera aisé de camoufler les erreurs faites au nom d'un intérêt « collectif » qui dépasse en importance les intérêts des individus de la collectivité. L'existence de plans d'évacuation corrects qui, de toute façon, n'auraient qu'une efficacité médiocre, implique une organisation militaire de temps de guerre pour tout le pays. On voit donc que le gouvernement, en ne prévoyant pas de plans efficaces, n'est pas totalement incohérent. Penser que de tels plans peuvent exister relève d'une profonde naïveté et nos technocrates sont loin d'être des naïfs.

Un dernier point avant de terminer cet aspect du nucléaire auquel il va bien falloir se familiariser si nos dirigeants (et leurs opposants politiques) continuent à accélérer le programme nucléaire. Dans le cas où la contamination serait très importante au voisinage d'une installation nucléaire endommagée, l'évacuation n'est pas forcément la meilleure solution pour la collectivité. En effet, pour les gens du voisinage fortement contaminés et de toute façon condamnés à moyen ou long terme, décider de les déplacer reviendrait à propager la contamination loin de l'accident. La seule solution *valable* semble être le camp d'observation, version moderne et originale du camp de concentration. Il est probable que nos technocrates de la santé publique ont envisagé sérieusement cette éventualité. Elle est la conséquence logique de leur *rationalité*.

LES BOUCS EMISSAIRES

Dans les analyses des experts il apparaît souvent l'expression *erreurs humaines*. Les promoteurs de l'énergie nucléaire de tous les pays reprennent avec beaucoup d'insistance cette expression. Nous proposons ici une définition de cette expression : *On appelle erreur humaine une erreur commise par des exécutants. Toute erreur d'un homme qui fait partie de la classe des concepteurs est appelé défaillance de matériel*. Cette définition découle directement de l'analyse des événements d'Harrisburg. Toute défaillance de matériel non envisagée par les concepteurs, toute procédure post-accidentelle incorrecte imaginée par les *responsables*, n'entrent pas dans la catégorie des *erreurs humaines*. C'est une conception bien commode pour les experts qui dans leur ensemble font partie de la classe des concepteurs ou n'ont leur raison d'être que par la classe technocratique des concepteurs.

LA GESTION DE L'ACCIDENT VUE PAR UN « RESPONSABLE » FRANÇAIS

La revue « *Futuribles* » de novembre 1979 a publié une interview de Christian Gerondeau, Directeur de la Sécurité Civile au Ministère de l'Intérieur. On peut voir comment l'accident nucléaire entre dans les préoccupations de ce « *responsable* ». Quelques mois après l'évacuation des femmes enceintes et des enfants en bas âge près de Three Mile Island, il déclare : « *Si l'on prend l'exemple d'une centrale nucléaire, il est évident qu'il existe une multiplicité de précautions à prendre : c'est même l'exemple ultime de l'application de la prévention. En effet, compte tenu de l'extraordinaire sensibilité de l'opinion vis-à-vis du risque nucléaire, la multiplicité des précautions prises est sans équivalent : elle se traduit d'ailleurs par des surcoûts considérables.* » Pour ce responsable de la Sécurité Civile en France, les dépenses considérables consacrées à la sûreté des installations nucléaires ne s'expliquent que par le souci des technocrates d'éviter le développement de fantasmes de catastrophes chez une population anxieuse. Comment avec un tel irréalisme prendre des initiatives en cas d'accident ? La suite de l'interview apporte quelques précisions.

Question : « *Pourtant, à Harrisburg...* »

Réponse : « *Il ne s'est rien passé à Harrisburg.* »

Le personnage ne manque pas d'humour quand il parle de la gestion de l'accident : « *Au troisième niveau : les accidents de type catastrophiques : il existe en France un dispositif qui a fait ses preuves, le plan ORSEC (organisation de secours). C'est un schéma d'organisation de la lutte contre les accidents catastrophiques et l'expérience montre qu'il s'applique à tous les types de catastrophes.* »

Il ajoute un peu plus loin, comme exemples, que lorsqu'un gros pétrolier (Amoco-Cadiz) s'échoue ou lorsqu'un puits se met à fuir en mer, « *les possibilités d'intervention humaine sont très limitées* ». Il reconnaît qu'alors il n'y a rien à faire si ce n'est de « *nettoyer les côtes* ». La gestion des catastrophes n'est en somme qu'une entreprise de nettoyage.

IX - Quelques effets après l'accident d'Harrisburg

Un an après l'accident, la presse a relaté des observations faites dans l'Etat de Pennsylvanie où le réacteur accidenté était situé. *Le Monde* du 23 février 1980 titrait un très court article : « *A proximité de la centrale de Three Mile Island, une enquête est ouverte sur des enfants atteints d'insuffisance thyroïdienne.* » Ce journal, citant des sources américaines, signalait « *qu'un nombre anormalement élevé d'enfants atteints d'hypothyroïdie congénitale (13 au lieu de 3) sont nés dans des régions voisines de Three Mile Island où s'est produit le 28 mars 1979 un accident dans un réacteur nucléaire.* » Les autorités médicales américaines affirmaient qu'il était plus que douteux qu'il puisse y avoir une relation de cause à effet entre l'accident du réacteur et ces cas d'hypothyroïdie, mais que l'enquête suivrait son cours.

Afin de dédramatiser l'information, on signalait que ces enfants étant soignés à temps ne développeraient pas « *les graves handicaps physiques et mentaux qu'implique cette affection* ».

Il ne semble pas que les journaux qui ont publié cette information aient eu la curiosité de rechercher quelques mois après si l'enquête officielle conduisait à des conclusions mettant hors de cause l'iode radioactif rejeté lors de l'accident.

L'information telle qu'elle était présentée était loin d'être complète. Elle omettait plusieurs points importants. En effet, les discussions après l'accident ont essentiellement porté sur l'estimation des incidences à long terme (10 à 20 ans) de cancers produits par les éléments radioactifs relâchés dans l'atmosphère. Peu d'attention a été portée à des remarques faites par le Dr E. Sternglass, du Département de Radiologie de l'Ecole de Médecine de l'Université de Pittsburgh (USA). Juste après l'accident, il signalait que l'iode radioactif rejeté devait conduire après quelques mois à un accroissement de mortalité infantile et de malformations congénitales dues à un endommagement de la thyroïde des fœtus. Il tirait ces conclusions d'une extrapolation des études qu'il effectuait depuis très longtemps sur les effets des retombées radioactives dues aux explosions expérimentales de bombes nucléaires.

En janvier 1980, Sternglass présentait, dans une conférence internationale, les résultats du dépouillement des statistiques de mortalité. Alors que, durant les mois d'été, la mortalité infantile diminue (de 14,1 à 12,5 pour mille en juillet 1979 pour l'ensemble

des Etats-Unis), on observait en juillet 1979 une augmentation pour la Pennsylvanie (de 10,4 à 18,5 pour mille). Cette augmentation est encore plus importante au voisinage du site de l'accident.

Pour les quatre mois qui ont suivi l'accident, on observe 242 morts supplémentaires parmi les enfants nés en Pennsylvanie et 430 pour l'ensemble du Nord-Est des Etats-Unis, essentiellement dus à des déficiences respiratoires chez les enfants nés avec des insuffisances de développement.

Les cas d'hypothyroïdie ne seraient alors qu'une toute petite partie du problème. Il s'agirait d'enfants mal développés à la suite d'un mauvais fonctionnement de la thyroïde mais pas suffisamment pour aboutir à des insuffisances conduisant rapidement à la mort. Jusqu'à présent aucune autre cause n'a pu être trouvée malgré les efforts des experts médicaux officiels pour expliquer ces malformations et cette mortalité infantile. Si les hypothèses de Sternglass étaient confirmées, il faudrait s'attendre à plus long terme à des effets affectant un grand nombre d'enfants nés à la suite de l'accident mais plus légers que ceux conduisant rapidement à la mort ou à des malformations congénitales observables immédiatement à la naissance.

Les arguments de Sternglass sont très forts. Le rejet d'iode a été important : 1,4 Curies d'après l'administration américaine, 14 Curies d'après une commission privée enquêtant pour le compte de la Compagnie qui exploitait le réacteur. Ce rejet a eu lieu avant l'évacuation des femmes enceintes et des enfants en bas âge ordonnée par le gouverneur de l'Etat de Pennsylvanie. L'accroissement de mortalité est maximum au voisinage de Three Mile Island et se manifeste dans les régions qui étaient sous le vent au moment de l'accident. L'accroissement se produit en juillet et correspond à la contamination des fœtus au cours du cinquième mois de leur développement, c'est-à-dire au moment où leur thyroïde commence à fonctionner.

DES RESPONSABLES ANGLAIS DE LA RADIOPROTECTION DRESSENT UNE LISTE NOIRE DE SCIENTIFIQUES

« Au cours de la conférence du 27 octobre, qui s'est tenue au Guys Hospital à Londres, les scientifiques dont les recherches les amènent à adopter une position critique face à l'industrie nucléaire ont été violemment attaqués par les intervenants pro-nucléaires. Le Docteur R.H. Mole, membre de la CIPR et de la Commission de Recherche Médicale de l'Unité Radiobiologique de Harwell (Grande-Bretagne) n'a pas hésité à inscrire en toutes lettres sur un tableau noir le nom de ces scientifiques critiques, puis à les barrer solennellement d'une croix en affirmant qu'il s'agissait de menteurs. »

(La Gueule Ouverte, 28 novembre 1979).

X - La société nucléaire

L'industrie nucléaire devrait avoir un impact certain sur l'organisation sociale. Bien plus que les autres industries, elle présente des dangers graves. Les effets de catastrophe peuvent se faire sentir extrêmement longtemps (évacuation totale de grands territoires). La protection contre les dangers marqueront la société sur deux aspects : (1) le rôle de premier plan de la technocratie étatique, (2) les contrôles.

Les gros investissements nécessaires pour cette industrie sont essentiellement dus à la protection contre les accidents possibles. Dès l'origine du développement industriel de l'énergie nucléaire les responsables reconnaissent implicitement les dangers énormes courus par les populations. En effet, dans les années 50, avant que soient engagés les premiers gros investissements, la Commission de l'Énergie Atomique américaine faisait voter une loi (le Pryce-Anderson Act) qui limitait la responsabilité civile des producteurs d'électricité à 60 millions de dollars. Au-delà de cette somme, le Gouvernement américain pouvait intervenir dans les indemnisations, en cas d'accident grave, jusqu'à 500 millions de dollars. C'était la première fois dans l'histoire industrielle que la responsabilité civile d'un producteur était limitée légalement. En principe, cette loi fut votée pour 10 ans, couvrant la période de « lancement » de cette nouvelle industrie. Depuis lors, le Pryce-Anderson Act a été régulièrement reconduit tous les dix ans. Les industriels du nucléaire et les experts gouvernementaux reconnaissent, par cette loi, que l'industrie nucléaire, même après la période de mise au point, était la plus dangereuse de toutes les industries, car aucun exploitant privé ne pouvait assurer la totalité de sa responsabilité civile. En France, où la production d'énergie est un monopole d'état, ce genre de problème ne s'est pas posé.

Si pour le moment les préoccupations majeures des promoteurs du nucléaire semblent être de type financier, cela risque fort de changer dans le futur, après quelques accidents graves. On voit déjà au stade du développement actuel que l'importance de la technocratie étatique s'accroît au détriment de celle tenue traditionnellement par les représentants politiques. En France, tout pouvoir des élus locaux a disparu en ce qui concerne les décisions d'implantation des centres nucléaires. La plupart du temps ces élus locaux préfèrent l'abdication totale à l'opposition pourvu que le pouvoir tech-

nocratique leur laisse le simulacre du pouvoir. Quant au Parlement, son rôle a été complètement négligeable dans les décisions nucléaires. Les députés de la commission parlementaire d'enquête sur les accidents nucléaires créée après Harrisburg n'ont tenu compte dans leur rapport que des déclarations des technocrates du CEA et de l'E.D.F. L'audition des syndicalistes et des écologistes ne fut qu'un alibi. Dans ce cas le mot enquête n'a plus aucun sens. Au sein du gouvernement le pouvoir détenu jusqu'à présent par le ministère des finances a très fortement diminué au profit du ministère de l'industrie, totalement dominé par l'E.D.F.

Corrélativement à la montée de la technocratie au sein de l'appareil d'état, on voit aussi s'accroître l'importance des contrôles. Dans tous les pays en voie de nucléarisation, le nombre d'Agences, de Commissions, de Services, etc. chargés des contrôles se multiplie. En cas de problèmes graves, l'inefficacité de toute cette bureaucratie devient évidente. En fin de compte les décisions importantes se prennent d'une façon centralisée et pratiquement quasi militairement. Le contrôle doit s'exercer dans tous les domaines : contrôle sur les fabrications, contrôle sur les contrôleurs, contrôle sur les travailleurs, sur leur santé, contrôle à l'extérieur des sites, etc. Lorsque la population prend conscience des dangers possibles, elle exige encore plus de contrôle, et des contrôles de meilleure qualité, sans se rendre compte des difficultés énormes de ses exigences. Aux Etats-Unis, où l'opinion publique est traditionnellement méfiante vis-à-vis du centralisme étatique, un effort de décentralisation a été tenté. Les responsabilités des contrôles et décisions ont été partagées entre diverses Administrations en principe indépendantes. L'accident d'Harrisburg a détruit en quelques heures cette structure décentralisée laissant les pouvoirs à une seule Agence, la NRC. Le Gouverneur de Pennsylvanie lui-même dut s'en remettre aux experts de la NRC.

L'industrie nucléaire, en ce qui concerne les contrôles, fait apparaître de nouveaux problèmes. Le sabotage par exemple fait partie des études de sûreté. Il est évident que nos technocrates n'envisagent pas que des solutions techniques à ce problème, un contrôle psychopolitique des travailleurs bien plus sérieux que celui fait traditionnellement un peu partout, doit faire partie des solutions proposées.

Tous ces contrôles, de par leur nature, sont sous la dépendance totale des technocrates. Les moyens à mettre en œuvre éliminent toute possibilité pour un individu ou tout groupe d'individus extérieurs à la technocratie nucléaire de procéder à des vérifications importantes. Il a été possible à quelques individus de la population de la région de Cherbourg de faire des mesures valables sur les débits de dose à la clôture des sites de l'usine de retraitement et des centres de stockage des déchets. Ces mesures montraient que ces débits de dose étaient bien supérieurs à ce que les normes recommandaient. Mais ces mesures ne montraient pas l'essentiel : la pollution radioactive possible dans l'environnement, le taux de tritium et d'iode

au voisinage de l'usine, les quantités de plutonium rejeté. Pour cela, il faut faire confiance aux mesures faites par le Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants, un des maillons de la technocratie nucléaire. De petites choses peuvent apparaître à travers les publications officielles de ce Service, mais l'essentiel probablement reste caché. N'oublions pas que les agents de ce Service doivent prêter serment de ne rien divulguer de ce qu'ils pourraient apprendre au cours de leur travail. Les résultats de tous ces contrôles ne sont évidemment pas neutres. Ils seront donc pour le plus important, tenus secrets. A ce sujet, la France dans le monde occidental est un modèle. Après Harrisburg, les experts officiels français se sont amèrement plaints des négligences américaines vis-à-vis de la censure des informations. Pour eux, les officiels américains ont réagi avec beaucoup de légèreté à la curiosité malsaine des journalistes. Soyons sûr qu'en France, dans les mêmes circonstances, nos officiels de l'E.D.F. et du C.E.A. sauront protéger la population de ce genre de « pollution psychologique » comme il a été dit. La législation, même en France, n'est pas encore totalement adaptée au nucléaire et des fuites sont encore possibles, venant de techniciens angoissés par ce qui est mis en branle. Réclamer une information du public, comme l'a fait le Conseil d'Information Nucléaire à la suite de ses membres écologistes, est une illusion. Ceci ne peut aboutir qu'à une diffusion massive de l'information officielle par le canal des associations de protection de l'environnement. La diffusion des bulletins de mesure du SCPRI n'est pas forcément une victoire. Gageons qu'il sera dorénavant « mieux » rédigé pour qu'on ne puisse plus rien y trouver d'inquiétant et d'incohérent. Avoir un bulletin « secret » et compter sur des fuites possibles était peut-être plus efficace !

Les études sérieuses de santé impliquent la mise en fiche des travailleurs et des populations. Comment connaître les effets du rayonnement si cette mise en fiche n'est pas correctement faite ? Qu'on soit par goût pour un régime autoritaire et fort ou pour une gestion libérale de la société ou pour une prise en charge des individus par eux-mêmes, on ne peut pas s'empêcher de réclamer ces contrôles totalitaires et ces mesures de sûreté qui finalement ne peuvent être que policiers et militaires. Le nucléaire a ceci d'attrayant pour les tenants d'un pouvoir étatique absolu, qu'ils soient de gauche ou de droite, qu'il met fin à toute discussion sur le choix de société. Un certain type de société n'est plus le résultat d'un choix social qu'on peut espérer changer un jour. Il devient une nécessité naturelle dont la discussion n'a plus de sens. On peut encore discuter, même si cela reste théorique, sur la culpabilité d'un ouvrier qui vole un outil ou du caoutchouc dans une usine de pneus, on ne discute pas au sujet d'un individu qui vole un outil qui peut être contaminé ou qui vole du plutonium, on demande que ces actes ne soient pas possibles du tout, que tout individu qui pénètre ou sorte d'un Centre Nucléaire soit soigneusement fouillé. Les partisans de l'autorité n'ont plus à se justifier, ne serait-ce que de temps en temps au cours des campagnes électorales.

Dans ce contexte, il est intéressant d'étudier de plus près ce que représente la nouvelle droite qui s'est manifestée idéologiquement il y a quelques mois en France. Pour elle, la technologie en biologie est des plus importantes. Avortement, contraception, contrôles médicaux, sélection biologique deviennent des nécessités naturelles pour la société. Ceci correspond assez bien aux nouveaux besoins d'une nouvelle société où le fardeau génétique ne peut que croître. Espérons que nos enfants n'auront pas à manifester contre l'usage obligatoire de l'avortement, des contraceptifs, de la stérilisation, pour certains groupes d'individus ! L'eugénisme hitlérien s'il a finalement échoué, c'est peut-être qu'il n'était pas encore une « nécessité » sociale et qu'il manquait de moyens pour se réaliser rationnellement. Du bricolage d'apprentis en somme et beaucoup trop en avance sur son temps...

DERNIERES NOUVELLES : COMMENT LES AUTORITES AMERICAINES ENVISAGENT DE RESOUDRE LE PROBLEME DES EFFETS DES FAIBLES DOSES DE RAYONNEMENT

Le gang des promoteurs de l'énergie nucléaire a essayé par toutes sortes de moyens de clore le débat sur les effets des faibles doses de rayonnement. Le dernier en date risque d'être d'une efficacité redoutable. Dans la revue médicale anglaise « The Lancet » du 24 janvier 1981, on apprend que la Commission de Contrôle Budgétaire des Etats-Unis se plaint dans un de ses derniers rapports que le gouvernement américain a dépensé beaucoup d'argent pour des études sans intérêt sur les effets cancérigènes du rayonnement. Les études sur les travailleurs des installations nucléaires de Handford et de Portsmouth sont particulièrement visées. La Commission pense que les études épidémiologiques ne peuvent aboutir à une évaluation correcte du risque cancérigène, celui-ci étant implicitement supposé a priori très faible. La Commission recommande donc que ces études soient mieux coordonnées (il faut lire « centralisées » et par conséquent mieux « contrôlées ») et plus orientées vers des travaux au niveau cellulaire et moléculaire.

Si les administrations américaines suivaient ces recommandations, ce serait la fin des études scientifiques indépendantes du lobby nucléaire. Rappelons qu'en France il n'est pas nécessaire qu'une commission quelconque formule de telles recommandations car la politique de précensure et de centralisme complet est un des fondements de l'Etat français avec la bénédiction de toutes les forces politiques.

A la vue des résultats des études de santé publiées depuis quelques années, il est certain que les programmes nucléaires ont été lancés alors qu'il n'y avait aucune donnée sûre concernant les effets que pourraient produire les installations nucléaires. L'absence de données sûres, camouflée par les experts officiels, n'a pas empêché le lancement de plus en plus accéléré des programmes nucléaires : les programmes militaires, les tests de bombes dans l'atmosphère et enfin les programmes civils nucléaires. Chacune de ces étapes a aggravé la situation en ce qui concerne les problèmes de santé des travailleurs et de la population.

La polémique actuelle sur l'effet cancérigène des faibles doses de rayonnement montre bien qu'il n'est pas possible d'établir avec certitude le risque causé par le rayonnement, soit par extrapolation de quelques mesures faites sur des animaux ou des hommes, soit par des considérations a priori. La seule méthode valable est la méthode expérimentale. Pour savoir si une dose donnée de rayonnement présente un danger il n'y a qu'une méthode : étudier une population nombreuse qui a été irradiée avec cette dose, attendre la mort des gens et entreprendre une étude statistique qui dira si oui ou non cette population a subi un risque important.

Si l'on veut être réaliste et ne pas craindre d'être cynique, il faut dire aux travailleurs du nucléaire et à la population : exigez des mesures sérieuses dans et hors des installations nucléaires, exigez des mesures correctes des rejets de produits radioactifs, exigez des examens médicaux fréquents, formule sanguine, analyse de moelle, exigez qu'on vous mette en fiche, vous, votre famille, vos enfants, exigez qu'on vous autopsie après votre mort. Cela ne vous protégera pas du danger, mais quand vous serez tous morts, cela permettra aux statisticiens de connaître les risques que vous avez subis à cause de l'industrie nucléaire. Pour évaluer les effets génétiques, il faudra poursuivre la mise en fiche pendant 3 ou 4 générations...

Les premières études sérieuses faites sur les premiers cobayes humains du nucléaire montrent que le danger est bien plus grand que ce qu'affirment les milieux officiels. Faut-il désirer avoir plus de précisions sur ce danger et augmenter le nombre de cobayes ?

Annexe: Les mines d'uranium

L'impact sanitaire des mines d'uranium sur les mineurs et les populations demanderait un long développement. Nous ne ferons ici que quelques remarques.

Aucune étude n'a été publiée sur la mortalité par cancer du poumon parmi les mineurs français, bien que l'exploitation intensive des minerais d'uranium ait commencé il y a plus de 35 ans.

Les minerais d'uranium contiennent de nombreux éléments radioactifs qui se forment par désintégrations successives à partir de l'uranium. Parmi eux, les plus nocifs sont le radium et le radon. L'activité minière, en broyant les roches uranifères, libère le radon (gaz) et permet aux eaux de ruissellement d'entraîner le radium alors que normalement radium et radon demeurent enfermés dans la roche.

Pour les mineurs, le danger essentiel c'est le radon qui s'accumule dans les galeries qu'il est nécessaire de ventiler. Mais il y a des limites (économiques et physiques) à cette ventilation dont dépendront directement les doses reçues par les mineurs. Celles-ci ne sont pas mesurables simplement car il s'agit de connaître ces doses au niveau des poumons par suite de l'inhalation de gaz radioactifs dont les produits de désintégration, radioactifs eux aussi, peuvent se fixer facilement sur les tissus pulmonaires. Ces doses sont « évaluées » à partir de quelques mesures ponctuelles faites en galeries et de vagues moyennes assorties d'hypothèses simplificatrices dont les fondements sont fort contestables. Comment dans ces conditions tenir compte des situations individuelles des mineurs ? Comment « évaluer » la dose reçue par un travailleur qui se réfugie dans une galerie non exploitée (donc non ventilée) pour se reposer ? Il peut en quelques minutes recevoir des doses bien supérieures à ce qu'il reçoit pendant une journée de travail dans une galerie ventilée. Dans le cas d'usage d'explosifs la teneur de l'air en radon et en poussières radioactives dépend du temps écoulé après l'explosion. Gagner quelques minutes de travail en envoyant les mineurs plus rapidement sur le lieu des explosions, c'est augmenter considérablement les doses reçues. Ces situations sont fréquentes et il y en a bien d'autres. D'une façon générale les doses évaluées sous-estiment largement les doses effectivement reçues par les travailleurs, et cela d'autant plus qu'ils ne sont pas informés des dangers de la radioactivité.

Pour les populations qui vivent au voisinage des mines, c'est le radium qui est le danger essentiel. Cet élément est un des plus radiotoxiques qui existent. Ses propriétés chimiques

sont voisines de celles du calcium. Il aura donc tendance à se concentrer dans les os. L'activité minière produit le ruissellement des eaux dans les galeries. Ces eaux sont évacuées et rejetées sans précaution. Dans la région de Limoges, elles sont envoyées dans des étangs qui servent de réservoirs d'eau potable pour la ville. Des mesures de la radioactivité de l'eau de ces étangs ont montré que la concentration en radium dépassait la concentration maximale admissible des normes de sécurité. Fort heureusement pour le moment deux étangs ne sont pas encore contaminés par les eaux des mines, ce qui permet d'effectuer une certaine dilution de la radioactivité. Il faut s'attendre à ce que la situation s'aggrave car l'ouverture de nouvelles mines est prévue et menace les étangs encore non touchés. Si les responsables de Limoges prennent conscience de ce danger, ils pourront peut-être obliger la GOGEMA à capter les eaux radioactives pour les détourner de Limoges. Ce sont alors les populations qui vivent en aval de la ville qui seront atteintes.

Les mines d'uranium ne sont pas officiellement considérées comme des installations nucléaires ; elles ne sont donc pas soumises aux contrôles et réglementations généralement admis dans l'industrie nucléaire. Ceci permet d'utiliser des méthodes d'exploitation ahurissantes. Par exemple, si vous vous promenez sur les petites routes qui bordent les terrains de la COGEMA, près de Bessières (Haute-Vienne), vous pourrez voir des collines de stériles rejetés par l'usine de traitement des minerais. Pour récupérer l'uranium qui reste dans ces stériles, les techniciens ont imaginé de les arroser avec des liquides acides qui dissolvent l'uranium (et les autres métaux radioactifs). Ceci renforce l'action dissolvante des eaux de ruissellement. En bas des collines, des jus suffisamment concentrés en uranium pour être traités, sont recueillis dans des fossés, tout cela à proximité de la Gartempe — une petite rivière de la région — et des étangs réservoirs de Limoges...

Un autre exemple pour montrer la désinvolture des responsables de la COGEMA et des services officiels. Pour beaucoup de notables, les rejets des mines posent un problème... touristique. Les environs de Limoges sont très beaux et ces énormes tas sans végétation enlaidissent le paysage. Certains de ces tas atteignent le bord des routes. Rien n'en signale le danger, ce sont des coins tranquilles pour casser la croûte. Certains « responsables » ont imaginé des solutions pour améliorer le paysage. L'une d'elles propose de transformer ces stériles du bord des routes en aires de repos pour les automobilistes. La radioactivité de ces stériles est faible mais loin d'être complètement négligeable, surtout par temps calme lorsque le radon qui se dégage n'est pas balayé par le vent. L'idée n'est pas nouvelle. Les Américains l'ont déjà exploitée. Les tas de stériles furent donnés aux Indiens pour y vivre. On nota des années plus tard, parmi ces Indiens et leur descendance, un

nombre anormalement élevé de cancers et de malformations génétiques. Bien sûr les doses reçues par chaque individu sur ces aires de repos seraient très faibles. Pour évaluer le nombre total des cancers ou des malformations génétiques induits par le rayonnement, peu importe qu'un petit nombre d'individus ait reçu de fortes doses ou qu'un grand nombre ait reçu des doses très faibles. C'est la dose collective qui déterminera le nombre de cancers et de malformations génétiques. Si la dose de rayonnement est répartie sur une population nombreuse il sera totalement impossible de s'apercevoir de l'effet, mais cancers et malformations génétiques n'en existeront pas moins.

Les mines d'uranium condamnent une région pour des temps extrêmement longs. Dans les produits formés à partir de l'uranium il y a un thorium radioactif dont la période est de 80 000 ans. La production du radium et du radon dans les stériles se poursuivra pendant une durée qui couvre plusieurs fois cette période. L'exploitation des minerais d'uranium s'est considérablement développée depuis quelques années en France. Il n'y a guère de régions qui ne soient pas déjà concernées ou qui le seront par les problèmes du radium et du radon.

L'INDUSTRIE NUCLEAIRE, UNE INDUSTRIE DANGEREUSE LANCEE
SANS ETUDE PREALABLE DE RISQUES
UN EXEMPLE, L'USINE DE RETRAITEMENT DES DECHETS
NUCLEAIRES DE LA HAGUE

Questions :

« *Quel est l'accident maximal envisageable à l'échelle du centre de la Hague ? Quel débit de dose à la source ? Au niveau des grillages du Centre, à 1 kilomètre, 10, 20, 50, 100 ; il a été prévu un abri anti-nucléaire à l'échelle du Centre. Combien de personnes peut-il accueillir ? Qu'est-il prévu pour les travailleurs ? Qu'est-il prévu pour les populations ? Pour les travailleurs assurant la maintenance ?* »

Réponse :

« *L'accident de référence retenu pour l'établissement de La Hague correspond à l'hypothèse de mise en ébullition d'une ou plusieurs cuves de stockage de produits de fission qui conduirait à une émission vers l'extérieur des cuves, de vésicules chargées en PF (1). Cette étude est menée par les spécialistes du groupe CEA et devrait aboutir en 1980.* »

(Extrait du compte rendu de la 97^{me} réunion du Comité d'Hygiène et de Sécurité tenue le 27 avril 1978. COGEMA, Etablissement de La Hague).

Après douze ans de fonctionnement, on commence à s'inquiéter des accidents majeurs. Il est probable que le souci de la Direction de la COGEMA est plus de calmer l'angoisse croissante de la population que d'estimer réellement les risques. Ce genre de question n'a probablement pas souvent été posé au cours des 96 réunions précédentes du Comité d'Hygiène et de Sécurité.

(1) PF : produits de fusion.

BIBLIOGRAPHIE

I - OUVRAGES GENERAUX

- *Electronucléaire : Danger* (Editions du Seuil - Collection Combats). Groupement de Scientifiques pour l'Information sur l'Energie Nucléaire - GSIEN, 2, rue François-Villon, 91400 ORSAY.
- Collection de « LA GAZETTE NUCLEAIRE » et fiches techniques du GSIEN.
- *Nucléaire et Santé*. Assises internationales du retraitement, Equeurdreville, 21-22 octobre 1978. Edité par le C.C.P.A.H. (Comité Contre la Pollution Atomique dans La Hague), B.P. 156, 50104 CHERBOURG.
- *Bulletins de l'A.P.R.I.* Association pour la Protection contre les Rayonnements Ionisants, 80, rue des Noyers, F-CRISENOY, 77390 VÉRNEUIL-L'ETANG.

II - EFFET CANCERIGENE DU RAYONNEMENT - ARTICLES DE SYNTHESE

- F. BARNABY : *The Controversy over Low Level Radiation*. *Ambio*, vol. 9, n° 2 (1980), pp. 74-80.
- B. BELBEOCH, R. BELBEOCH, D. LALANNE : *Effet des faibles doses de rayonnement. Analyse des données sur la mortalité par cancer et autres causes parmi les travailleurs de l'usine nucléaire de Hanford*. GSIEN, fiche n° 34 (novembre 1978).
- J.L. MARX : *Low level radiation : Just how bad is it ?* *Science*, vol. 204 (13 avril 1979), pp. 160-164.
- K.Z. MORGAN : *The non-threshold dose/effect relationship*. Academy forum of the National Academy of Sciences, Washington DC (sept. 27, 1979).
- K.Z. MORGAN : *Cancer and low level ionizing radiation*. *The Bulletin of the Atomic Scientists* (sept. 1978), pp. 30-40.
- K.Z. MORGAN : *Suggested Reduction of Permissible Exposure to Plutonium and other Transuranium Elements*. *American Industrial Hygien Association Journal* (aug. 1975), pp. 567-575.
- J. ROTBLAT : *The risks for radiation workers*. *The Bulletin of the Atomic Scientists* (sept. 1978), pp. 41-46.

III - EFFET CANCERIGENE DU RAYONNEMENT

Etude des travailleurs de l'usine de Hanford

- T.F. MANCUSO, A. STEWART, G. KNEALE : *Radiation exposures of Hanford workers dying from cancer and other causes (I)*. *Health Physics*, vol. 33, n° 5 (1977), pp. 369-385.
- G. KNEALE, A. STEWART, T.F. MANCUSO : *Reanalysis of data relating to the Hanford study of the cancer risks of radiation workers (II)*. International Symposium on the Late Biological Effects of Ionizing Radiation, Vienne (13-17 mars 1978), 32 p.
- G. KNEALE, T.F. MANCUSO, A. STEWART : *Hanford radiation study (III). A cohort study of the cancer risks from radiation to workers at Hanford (1944 to 1977 deaths)*. En cours de publication dans « *The British Journal of Industrial Medicine* ».
- A. STEWART, G. KNEALE, T.F. MANCUSO : *The Hanford data. A reply to recent criticisms*. *Ambio*, vol. IX, n° 2 (1980), pp. 66-73.

Etudes particulières

- R. BERTELL : *X-ray exposure and premature aging*. Journal of Surgical Oncology 9 (1977), pp. 379-391).
- R. BERTELL : *Measurable health effects of diagnostic X-ray exposure; testimony before the Sub-Committee on health and the environment*. U.S. (july 11, 1978), 58 p.
- I.D.J. BROSS, N. NATARAJAN : *Leukemia from low level radiation. Identification of susceptible children*. New England Journal of Medicine, vol. 287 (july 20, 1972), pp. 107-110.
- S.C. DARBY : *Evidence of a possible association between childhood leukaemia and fall out from nuclear testing*. Bulletin of the National Radiological Protection Board, n° 28 (may 1979), pp. 7-11.
- C.G. GEARY, R.T. BENN, I. LECK : *Incidence of myeloid leukaemia in Lancashire*. The Lancet (sept. 15, 1979), pp. 549-551.
- M. GERBER : *Effet biologique des faibles doses de radiations ionisantes. Fractionnement de la dose et cancérogénèse*. Fiche technique n° 26, GSIEN (mai 1978).
- C.J. JOHNSON : *Evaluation of cancer incidence for anglos in the period 1969-1971 in areas of census tracts with measured concentrations of plutonium soil contamination downwind from the Rocky Flats Plant in the Denver standard metropolitan statistical area*. International Radiation Protection Association, 5th International Congress, Jerusalem, Israël (march 9-14, 1980).
- C.J. JOHNSON : *Cancer incidence in an area contaminated with radio-nuclides near a nuclear installation*. Presented at the 107th Annual Meeting of the American Public Health Association, New York (nov. 7, 1979).
- G. KNEALE, A. STEWART : *Age variation in the cancer risks from foetal irradiation*. Brit. J. Cancer 37 (1978), 448.
- G. KNEALE : *The excess sensitivity of pre-leukaemics to pneumonia. A model situation for studying the interaction of an infectious disease with cancer*. Brit. J. Prev. Soc. Med. 25 (1971), 152.
- G. KNEALE, A. STEWART : *Mantel-Haenszel analysis of Oxford data. (I) Independant effects of several birth factors including foetal irradiation*. J. Nat. Cancer Inst., vol. 56, n° 5 (may 1976) - (II) *Independant effects of foetal irradiation subfactors*. J. Nat. Cancer Inst., vol. 57, n° 5 (nov. 1976).
- T. NAJARIAN, T. COLTON : *Mortality from leukaemia and cancer in shipyard nuclear workers*. The Lancet (may 13, 1978), pp. 1018-1020.
- H.H. ROSSI : *The effects of small doses of ionizing radiation*. Radiation Research, 71 (1977), pp. 1-8.
- H.H. ROSSI, C.W. MAY : *Leukemia risk from neutrons*. Health Physics, vol. 34 (1978), pp. 353-360.
- G.G. SCHOFIELD : *Leukaemia and radiation*. The Lancet (oct. 13, 1979), pp. 802-803.
- A. STEWART : *Childhood cancers and the immune system (1980)*. En attente de publication.
- A. STEWART : *Alternative analysis of the mortality experiences of A-bomb survivors (nov. 1979)*. En attente de publication.
- A. STEWART : *Bone marrow effects of A-bomb radiation (1980)*. En attente de publication.
- E.J. STERNGLASS : *Infant mortality changes following the Three Mile Island Accident*. 5th World Congress of Engineers and Architects, Tel Aviv, Israël (jan. 25, 1980).
- J. WAGONER, V.E. ARCHER, F.E. LUNDIN Jr, D.A. HOLADAY, J.W. LLOYD : *Radiation as the cause of lung cancer among uranium miners*. The New England Journal of Medicine (july 22, 1965), pp. 181-188.

IV - EFFETS GENETIQUES DU RAYONNEMENT

- S. AYME : *Nucléaire et Santé*, p. 32.
- H.J. EVANS, K.E. BUCKTON, G.E. HAMILTON, A. CAROTHERS : *Radiation induced chromosome aberrations in nuclear-dockyard workers*. *Nature*, vol. 277 (feb. 15, 1979), pp. 531-534.
- C. RICHARD-MOLARD : *Les mutations génétiques au Kérala*. GSIEN, fiche n° 21 (juin 1977).
- R.K. SAVAGE : *Chromosomal aberrations at very low radiation dose rates*. *Nature*, vol. 277 (feb. 15, 1979), pp. 512-519.
- I.A. UCHIDA, R. HOLUNGA, C. LAWLER : *Maternal radiation and chromosomal aberrations*. *The Lancet* (nov. 16, 1968), pp. 1045-1049.

V - NORMES DE PROTECTION RADIOLOGIQUE - EVALUATION DES DOSES

- I.C.R.P., Publication n° 26 : *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, adopted jan. 17, 1977*. *Annals of the I.C.R.P.* 1977, 1, n° 3, Pergamon Press, Oxford.
- C.F.D.T. : *Les recommandations de la CIPR et les travailleurs*. Séminaire spécial sur les incidences pratiques des recommandations de la CIPR (1977) et de la version révisée des normes fondamentales de radioprotection de l'AIEA (Agence Internationale de l'Energie Atomique, Bureau International du Travail, OMS, Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, CIPR). Vienne (5-9 mars 1979).
- C. MACCIA, F. FAGNANI : *Impact sanitaire du programme nucléaire français en 1990*. International Radiological Protection Association, 5^{me} Congrès, Jerusalem, Israël (1980).
- LA GAZETTE NUCLEAIRE : *Des radiations et des normes*, n° 32 (février 1980) - *Des normes aux hommes*, n° 33-34 (mars-avril 1980).
- B. FRANKE, E. KRUGER, B. STEINHILBER-SCHWAB : *Radiation exposure to the public from radioactive emissions of nuclear power stations. Critical analysis of the Official Regulatory Guides*. 1979 (soumis à publication). IFEU (Institut für Energie und Umweltforschung) im Sand, 6900 Heidelberg, West Germany.

VI - ACCIDENTS NUCLEAIRES

- *Les conséquences des accidents graves dans les centres de retraitement et dans les centrales nucléaires*. Rapport et interprétation de deux études confidentielles d'août et novembre 1976 de l'Institut pour la sûreté des réacteurs de Cologne. *Ecologie Hebdo*, supplément au n° 264.
- R. BELBOECH : *Les accidents graves dans une usine de retraitement*. GSIEN, fiche n° 32 (juillet 1979).
- R. BOUDET, S. AYME, A. CHAUVIN, J. CROUZIER, M. GERBER, P. FRAUNIER, Y. BORDARIER : *Analyse comparée de quelques études sur l'estimation des conséquences radiologiques d'un accident grave de réacteur nucléaire*. GSIEN, fiche n° 29 (avril 1979).
- Z.A. MEDVEDEV : *Two decades of dissidence*. *New Scientist* 72 (nov. 5, 1976), pp. 264-267.
- Z.A. MEDVEDEV : *Facts behing the Soviet nuclear disaster*. *New Scientist* 74 (june 30, 1977), pp. 761-764.
Winged messengers of disaster. *New Scientist* 76 (nov. 10, 1977), pp. 352-353.
- Z.A. MEDVEDEV : *Nuclear Disaster in the Urals*. Ed. Norton, 214 pages.
- NEW SCIENTIST : *The wasteful truth about the Soviet nuclear disaster*. 85 (jan. 10, 1980), p. 61.
- M. SENE : *Analyse critique du rapport de l'Institut de sûreté des réacteurs de Cologne. Accidents par perte de réfrigérant*. GSIEN, fiche n° 24 (janvier 1978).

AU SOMMAIRE DES NUMEROS DISPONIBLES (liste non exhaustive...)

DES DOSSIERS : La Longue Marche du Patronat (n° 9 et 10). Vers des unités sanitaires de base (n° 17). Affiches et salles d'attente (n° 19). Un cabinet médical à Saint-Denis (n° 21). Les manipulations génétiques (n° 24). La publicité mensongère : le groupe Servier en accusation (n° 25/26). L'accueil dans les cabinets médicaux (n° 27). Le clan des gynécologues-accoucheurs contre le libre choix des femmes (n° 28). Le contrôle médical patronal (n° 29). Les urgences : Superman chez les généralistes (n° 31). Et les usagers, comment se portent-ils ? (n° 33). La convention : pour une nouvelle donne (n° 34/35). Les droits du malade hospitalisé (n° 37). Naître ou ne pas naître, à la maison ? (n° 38). Et si on était payés autrement (n° 39). Le Québec (n° 40).

LA MEDECINE DES MEDECINS : La méningite à méningocoques (n° 7). Travailleurs du plomb et saturnisme biologique (n° 8). Le dépistage du cancer du col de l'utérus (n° 10). Diarrhées aiguës chez l'enfant (n° 12). Faut-il vacciner contre la Rubéole et la Rougeole ? (n° 13). Réflexions à propos du R.A.A. (n° 17). L'IVG par le médecin praticien (n° 19). Poux et politique (n° 19). Traitement des otites et des rhino-pharyngites (n° 22). Les hospitalisations d'enfants (n° 24). Cancer et amiante (n° 27). L'aspiration menstruelle au cabinet médical (n° 28). Thérapeutiques parallèles (n° 30). Pratique médicale : le doute (n° 32). Avec bien sûr, de nombreux articles consacrés à nos erreurs de diagnostic que nous ne pouvons détailler ici.

LA VIE DU SYNDICAT DE LA MEDECINE GENERALE : La première année du SMG (n° 11). Le troisième congrès du SMG : à propos des unités sanitaires de base (n° 20). Le SMG : 4 ans (n° 30). Le cinquième congrès du SMG : une bonne année, un bon cru (n° 36).

LES NOUVELLES PRATIQUES : Pour une autre médecine aux Tarterets (n° 10). Vers de nouvelles pratiques (n° 11). Le Centre de Santé de Grenoble (n° 11). Vers des centres de santé intégrés (n° 13). Education sanitaire dans une ZUP (n° 14). Enquête sur un quartier (n° 17). Palabres sur l'installation (n° 22). Cartes postales de vacances (n° 25/26). Et les usagers comment se portent-ils (n° 33).

L'ORDRE : L'or de l'ordre (n° 8). Le courrier de l'ordre des médecins (n° 19). L'ordre un tigre en papier (n° 30). Le combat contre l'ordre : du nouveau (n° 32).

LA MEDECINE ET LE TRAVAIL : Les médecins, le travail, les femmes et la guerre (n° 7). L'absentéisme féminin en milieu rural (n° 9). Accidents du travail (n° 12). Indemnités journalières et patronat (n° 15). Le monde du travail et la médecine (n° 23). Le travail sur écrans (n° 24). A quand l'éducation physique professionnelle ? (n° 24). A propos des maladies professionnelles (n° 31).

CONTRACEPTION, AVORTEMENT, MATERNITE : L'Avortement, un dossier classé ? (n° 14). Une maternité sans violence à Grenoble (n° 19). Le clan des gynécologues-accoucheurs contre le libre choix des femmes (n° 28). L'Avortement « espagnol » (n° 37). Naître ou ne pas naître, à la maison ? (n° 38).

DU COTE DE L'INDUSTRIE PHARMACEUTIQUE : Une rubrique extrêmement riche présente dans presque tous les numéros — La visite médicale — Les nouveaux médicaments — La publicité mensongère — La prescription... et le Groupe Servier en accusation (n° 25/26).

EN VRAC :

LA PREVENTION, LE SYSTEME G.A.M.I.N., LA SECURITE SOCIALE, L'HOPITAL, LES ETUDES MEDICALES, LE NUCLEAIRE, LA MEDECINE SPORTIVE, LA MEDECINE AU-DELA DES FRONTIERES, etc, etc.

Si vous désirez vous procurer un ou plusieurs numéros de Pratiques, vous pouvez le faire en écrivant à la BP n° 8 - 92220 BAGNEUX. (Prix du numéro : 12 F des n° 7 à 17 ; 13 F de 19 à 24 ; 20 F les 25/26 et suivants) ou mieux ABONNEZ-VOUS !

PRATIQUES
ou les cahiers de la médecine utopique

PRATIQUES
ou les cahiers de la médecine utopique

PRATIQUES
ou les cahiers de la médecine utopique

**CONTROLE
MEDICAL
PATRONAL**



s.m.g. : 4 ans



PRATIQUES
ou les cahiers de la médecine utopique

PRATIQUES
ou les cahiers de la médecine utopique

Abortement



5^{ème} Congrès
de S.M.G.
UNE BONNE
ANNÉE,
UN BON
CRU!

PRATIQUES
ou les cahiers de la médecine

URGENCES :
Superman chez les généraux

PRATIQUES
ou les cahiers de la médecine utopique

INVENTION :
pour une nouvelle donne



Belgique
médecine générale

PRATIQUES
ou les cahiers de la médecine utopique

médicale : LE DOUTE

PRATIQUES
ou les cahiers de la médecine utopique



comment se portent-ils ?

PRATIQUES
ou les cahiers de la médecine

**NAITRE
OU NE PAS NAITRE...
A LA MAISON ?**



médecine générale