

Risques biologiques comparés des polluants chimiques et des rayonnements ionisants

par Ramendra Nath Mukherjee

Avant d'examiner les risques biologiques que présentent les rayonnements ionisants et la pollution chimique, il est indispensable de préciser clairement la situation considérée et les critères pertinents si l'on veut avoir une idée exacte des problèmes en cause. On sait que les rayonnements ionisants, et nombre de produits chimiques, ont des effets nocifs sur la santé de l'homme et d'autres organismes. Ces deux catégories d'agents ont en outre ceci de commun qu'il existe, pour la première comme pour la seconde, un rapport dose-effets dans la manifestation de leurs effets biologiques. D'où l'on peut naturellement conclure qu'en réduisant au minimum les expositions, les effets nocifs pourraient être considérablement atténués voire évités complètement.

Si donc on utilise les rayonnements et les produits chimiques en vue d'un avantage particulier pour l'homme, il est indispensable de mettre au point un bon programme de protection, dont le principe fondamental devrait être qu'il faut éviter toute exposition superflue, et que toute exposition inévitable — qu'il s'agisse des travailleurs ou du public en général — doit être réduite au minimum. Qui plus est, il faut veiller à ce que les expositions nécessaires ne dépassent pas certaines limites bien déterminées. Ces précautions tiennent à ce que l'on admet que toute exposition, si faible soit elle, risque d'entraîner des dommages, que tout risque de dommage doit pouvoir être justifié par les circonstances qui l'imposent, et que le risque doit toujours être maintenu à un niveau suffisamment bas. Tels sont les principes qui se trouvent à la base de toutes les mesures prises pour lutter contre les dangers potentiels de ces deux sources de risques.

En ce qui concerne les applications pacifiques des rayonnements ionisants, il existe de bons programmes de protection sanitaire. Il est très encourageant de se rappeler que, lorsque le premier réacteur nucléaire a divergé, voilà maintenant quelque 35 ans, on avait déjà l'expérience de plusieurs dizaines d'années d'études fondamentales sur les effets nocifs des rayonnements, et des données sur la fréquence de leur apparition pour une radioexposition donnée. La Commission internationale de protection radiologique (CIPR), qui existait déjà à l'époque, avait établi des normes et formulé des directives en ce qui concerne les limites de doses de radioexposition.

Dans le domaine des utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire et de son industrie, il est donc clair que l'on s'est entouré dès le début de précautions. Au contraire, il n'y a eu au départ aucun effort pour cerner les risques que pouvaient présenter les substances chimiques toxiques rejetées dans l'atmosphère par les centrales alimentées avec des combustibles d'origine fossile et autres installations travaillant pour les industries chimiques et pétrochimiques. Ce n'est qu'au cours des dix dernières années qu'on a vu se dessiner une tendance mondiale à se préoccuper de la question, et qu'on a fait des efforts pour protéger l'homme et son environnement contre les effets nocifs des polluants chimiques d'origine industrielle.

M. Mukherjee appartient à la Section de radiobiologie et d'écologie sanitaire de la Division des sciences biologiques. Les vues exprimées dans le présent article n'engagent que l'auteur.

La Conférence sur l'homme et son environnement, tenue à Stockholm en 1972 sous les auspices de l'Organisation des Nations Unies, et la création, à la suite de cette conférence, d'une institution spécialisée appelée Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) témoignent de cet intérêt croissant pour la conservation d'un environnement propre et où il soit possible de vivre. Concurrément, plusieurs sociétés scientifiques, nationales, régionales et interrégionales, se sont donné pour tâche de déceler et surveiller les sources d'émissions de substances nocives et toxiques, et d'empêcher que l'homme ne continue d'être exposé à leurs effets. On saisira toute l'ampleur du problème de l'exposition de l'homme aux polluants d'origine chimique présents dans l'environnement lorsqu'on saura que, rien qu'aux Etats-Unis, de 500 000 à 600 000 produits chimiques (et leur nombre s'accroît au rythme annuel d'environ 500) sont produits et utilisés. Des chiffres du même ordre peuvent être avancés pour les autres régions industrialisées.

Dans le présent article, l'examen que nous ferons des risques biologiques comparés que présentent les polluants chimiques et les radiations ionisantes sera divisé en quatre parties: i) les sources de risques, y compris leur abondance relative dans l'environnement; ii) leurs mécanismes d'action pour les effets biologiques; iii) leurs effets comparés sur la santé de l'homme et sur l'environnement et iv) la situation en ce qui concerne les mesures de réglementation existantes et envisagées pour protéger la santé humaine contre ces polluants.

POLLUANTS CHIMIQUES PRESENTANT UN RISQUE SANITAIRE PRESENTS DANS L'ENVIRONNEMENT

La première atteinte que les activités humaines ont portée à l'environnement naturel remonte à l'époque où l'homme a appris à faire du feu. Depuis, les produits de la combustion ont continué à être émis dans l'atmosphère et à polluer l'environnement. Un pas important dans l'histoire de la pollution de l'environnement a été franchi lors de la révolution industrielle, il y a environ deux siècles. Avec l'utilisation croissante du charbon et des sources énergétiques d'origine fossile dans les multiples opérations industrielles mises au point pour répondre aux besoins croissants de l'urbanisation et élever le niveau de vie, le rythme de pollution de l'environnement s'est accéléré de façon spectaculaire.

Le tableau I montre avec quelle rapidité se développe la production de quelques produits chimiques représentatifs aux Etats-Unis. Qu'il y ait aujourd'hui plus de 55 000 formules de pesticides enregistrées auprès du Département de l'agriculture prouve bien son exubérance. La Food and Drug Administration (FDA) chargée par la législation de certifier l'innocuité des pesticides et additifs employés par l'industrie alimentaire est saisie

Tableau 1: Fabrication de composés organiques de synthèse (en millions de livres par an)

	1938	1958	1966	1980 (chiffre estimatif)
Plastiques	130	4 500	13 585	75 000
Caoutchouc synthétique	5	2 200	3 929	10 000
Surfactifs	—	1 355	3 321	8 500
Insecticides et produits chimiques à usage agricole (engrais non compris)	8	540	1 013	6 350

Source: Rapport de la USA Tariff Commission.

en moyenne d'une nouvelle demande chaque jour ouvrable de l'année. La situation est analogue dans les autres pays industrialisés, à quelques variations près dans les détails et les quantités. Ces industries chimique et pétrochimique libèrent dans l'atmosphère de fortes quantités d'effluents toxiques et nocifs. Les habitants d'agglomérations même éloignées, pour ne rien dire des travailleurs employés dans les usines, sont ainsi soumis à une exposition chronique, avec les risques que cela comporte pour leur santé.

Le tableau 11 renseigne sur l'évolution des sources d'énergie jusqu'à la fin du siècle. Deux de ces sources énergétiques, à savoir les combustibles ou carburants d'origine fossile et l'énergie électrique de source nucléaire, sont réputées poser des problèmes d'écologie sanitaire. L'utilisation des combustibles d'origine fossile pose de sérieux problèmes de pollution atmosphérique. La production d'énergie électrique de source nucléaire, encore qu'elle présente un risque de pollution radioactive, grâce à l'amélioration continue des techniques ainsi qu'à une surveillance stricte au cours des opérations, réussit à conserver, depuis plus de trente ans, une réputation de propreté et de sécurité.

Tableau 2: Evaluations de la puissance électrique installée, totale et d'origine nucléaire (en milliers de MW)

	1976	1977	1980	1985	1990	2000
Totale	1 700	1 800	2 200	2 800—3 000	3 600—3 900	5 900—6 600
Nucléaire	85	95	170	300—400	500—700	1 300—2 000
Part du nucléaire %	5	5.3	8	11—13	14—18	22—30

Sources: Rapport annuel de l'AIEA 1977.

Le charbon, le mazout et autres sources d'énergie d'origine fossile polluent l'environnement avec des oxydes du soufre et autres substances sulfurées.

Des particules carbonées, des quantités excessives de cendres volantes, de gaz carbonique, et certains métaux lourds tels que le mercure figurent parmi les polluants que l'exploitation normale des centrales thermiques classiques libère dans l'atmosphère. Les usines qui fabriquent des produits chimiques ou pétrochimiques, du caoutchouc, des plastiques, des pesticides et des teintures pour les textiles continuent à rejeter dans la nature une quantité excessive de substances chimiques nocives.

Il faut ajouter à cela des polluants tels que l'oxyde de carbone, des hydrocarbures carcinogènes, et le plomb métallique des gaz d'échappement des automobiles. Aujourd'hui, plus de 3 500 additifs pour produits alimentaires sont employés à travers le monde. L'emploi des polyphénols pour la conservation des produits alimentaires pourrait constituer une autre source de risques pour la santé. Les insecticides organiques chlorurés tels que le DDT, la dieldrine et l'endrine sont retenus dans le sol et peuvent passer dans la chaîne alimentaire de l'homme.

On peut considérer que cet inventaire de produits chimiques dangereux présents dans l'environnement humain ne représente qu'une fraction du total auquel les populations humaines d'aujourd'hui sont exposées en permanence. De façon générale, ce n'est que tout récemment que l'opinion publique mondiale a commencé à se préoccuper des risques que ces polluants chimiques présentent pour la santé. Dans bien des cas, le public n'a

manifesté d'intérêt qu'après une catastrophe, comme l'empoisonnement par le mercure à Minamata, au Japon, et la maladie appelée "itaï itai" causée par la pollution provenant du cadmium.

En outre, la pollution chimique de l'air et des eaux ne connaît pas de frontières. Les trésors artistiques et historiques des anciennes civilisations de Rome et d'Athènes sont attaqués par les acides et les gaz d'échappement des automobiles et par les fumées industrielles. Les neiges qui tombent sur les forêts de la Norvège sont grises de suies et de déchets minéraux provenant de régions industrielles éloignées des frontières de ce pays. Des résidus d'insecticides tels que le DDT, d'engrais chimiques, de chlorure de vinyle provenant des fabriques de plastiques; des métaux lourds tels que le mercure, le plomb, le cadmium et le vanadium, ainsi que le mazout et le pétrole répandus dans les mers, flottent en quantités sans cesse croissantes à travers les hémisphères, au gré des vents et des courants marins. On voit donc que de nombreux problèmes de pollution chimique de l'environnement débordent les frontières nationales et atteignent une ampleur mondiale relevant de mesures internationales appropriées.

LES RAYONNEMENTS ET L'ENVIRONNEMENT

Un examen des rayonnements ionisants dans l'environnement doit commencer par le rayonnement naturel. Depuis des temps immémoriaux, l'humanité baigne dans des rayonnements gamma et des rayons cosmiques de faible intensité, de même qu'elle est exposée à l'action des nucléides radioactifs contenus dans l'écorce terrestre. En outre, des substances radioactives entraînées par les eaux ou absorbées par les végétaux et ingérées avec les aliments ou la boisson sont pour l'homme une source de rayonnements internes. La dose moyenne de rayonnements ionisants imputable à ces sources naturelles (on dit aussi "rayonnement naturel") est en moyenne mondiale d'environ 100 millirems par an, les extrêmes n'étant en général pas supérieurs à 200 ni inférieurs à 50.

Au point de développement actuel de la technologie nucléaire, on compte deux principales sources d'exposition de la population aux rayonnements artificiels: a) les applications médicales des rayonnements et b) les déchets radioactifs provenant des installations nucléaires. On pourrait encore en ajouter une troisième, les retombées des expériences nucléaires (qui, aujourd'hui, ont progressivement perdu de leur importance).

Le plus important facteur d'augmentation du niveau de rayonnement naturel (100 millirems par an) est l'emploi des rayons X aux fins de diagnostics, qui fournit de 25 à 50 millirems supplémentaires. Les progrès réalisés dans ces techniques, y compris l'emploi de films ultrarapides et la limitation des surfaces exposées par collimation permettent d'espérer que l'on parviendra à réduire encore ce chiffre de 75%.

Les sources industrielles de rayonnements ionisants, y compris l'expansion rapide des programmes nucléo-énergétiques, n'ont apporté qu'un supplément négligeable à la dose de rayonnements auxquels les populations sont exposées. Les résultats obtenus sur le plan de la sécurité par la technologie nucléaire doivent principalement être attribués à l'excellence des techniques employées ainsi qu'à l'application prudente de règles strictes de gestion et de surveillance.

Plus de 99,9% de la radioactivité produite dans les réacteurs de puissance est retenue dans les gaines des éléments combustibles jusqu'au moment où ceux-ci sont soumis au retraitement. De ce fait, et parce qu'une seule usine de retraitement peut desservir un grand nombre de réacteurs nucléaires, on ne prévoit aucun effet important de cette radioactivité sur l'environnement. Une étude systématique des caractéristiques des

effluents rejetés dans le milieu environnant par un réacteur à eau bouillante en activité a indiqué ^3H , ^{58}Co , ^{89}Sr , ^{90}Sr , ^{131}I et ^{137}Cs dans les déchets liquides, ce qui ajouterait en moyenne à l'activité globale $0,189 \times 10^{-7} \mu\text{Ci/ml}$ pour toute une année. D'autre part, les effluents gazeux sont composés de produits de fission de gaz nobles ^{85}Kr et ^{133}Xe .

EFFETS BIOLOGIQUES COMPARES DES POLLUANTS CHIMIQUES ET DES RAYONNEMENTS

Peu de temps après la découverte des rayons X et de la radioactivité, des recherches effectuées sur les effets biologiques des rayonnements ionisants ont montré leurs effets destructeurs sur les cellules ainsi que sur des organismes entiers. A peu près à la même époque, vers la fin du premier quart de notre siècle, H.J. Müller a découvert les effets mutagènes des rayonnements ionisants. Cette découverte, en même temps qu'elle fournissait un outil précieux pour la recherche génétique, a fait surgir le spectre d'un danger entièrement nouveau, celui de dommages infligés à des générations futures. Des études faites sur des systèmes biologiques (avec des doses beaucoup plus fortes que celles auxquelles pourraient être soumises les populations dans le milieu environnant) ont montré que les effets génétiques des rayonnements ionisants augmentent en raison directe de la dose reçue. En outre, on part de ce principe qu'il n'y a pas de seuil inférieur au-dessous duquel il est exclu que des effets génétiques puissent se produire. Cette attitude prudente a été reprise par les divers organismes internationaux et nationaux ayant compétence pour formuler des recommandations, comme par exemple la CIPR et le Federal Radiation Council des Etats-Unis, pour déterminer les doses admissibles pour les populations et pour les travailleurs des installations nucléaires.

Dix ou quinze ans environ après le début des recherches sur les effets biologiques des rayonnements ionisants, des études sur les effets génétiques des agents chimiques sur les systèmes biologiques ont été entreprises au Royaume-Uni grâce aux efforts et à l'initiative de C. Auerbach. Les progrès rapides de la biologie cellulaire et de la recherche génétique, et l'identification de l'ADN en tant que support chimique et moléculaire de l'hérédité et des fonctions cellulaires, aidèrent à mieux comprendre les mécanismes fondamentaux des effets biologiques des rayonnements et des agents chimiques. Sans entrer dans le détail des différences propres aux mécanismes de l'action des agents chimiques sur l'ADN, disons que l'on a constaté une étroite ressemblance entre les effets biologiques terminaux produits par la plupart des agents chimiques et ceux des rayonnements ionisants. En d'autres termes, les effets de nombreux agents chimiques "mimaient" les effets des rayonnements, au point qu'on les a dénommés "agents radiomimétiques".

EFFETS COMPARES DES POLLUANTS CHIMIQUES ET DES POLLUANTS RADIOACTIFS SUR L'ENVIRONNEMENT

Bien que l'on soupçonne un nombre croissant de polluants chimiques de provoquer des cancers de divers types, on ne possède pas encore, au sujet de leurs effets sur l'organisme humain, de données recueillies de façon systématique comme pour les rayonnements ionisants. Parmi ces agents carcinogènes se trouvent des substances inorganiques comme l'amiante, l'arsenic, le chrome, le nickel, et des substances organiques telles que le benzo(a)pyrène, la benzidine, le chlorure de vinyle et le goudron de houille.

Le benzo(a)pyrène est produit en importantes quantités par la combustion de la houille; on le trouve aussi dans les gaz d'échappement des automobiles. Les concentrations de benzo(a)pyrène dans diverses grandes villes du monde sont de l'ordre de 1 à 4 ng/m³ (non comprises les zones de haute concentration industrielle). On a calculé que la dose radioactive équivalant à 1 ng/m³ de benzo(a)pyrène dans l'atmosphère était de

240 millirems/an. D'où l'on peut conclure que le risque que fait courir l'inhalation de benzo(a)pyrène est près de 100 fois égal à celui de la dose radioactive prévue pour un grand programme électronucléaire.

Un certain nombre des connaissances récemment acquises sur les risques d'une exposition chronique à des doses faibles de certains polluants chimiques suspects proviennent d'études épidémiologiques. Un exemple classique est fourni par les enquêtes effectuées dans le cas des travailleurs de l'industrie des matières plastiques exposés aux effluents de chlorure de vinyle. Un accroissement marqué de la fréquence d'un certain type de cancer du foie, l'angiosarcome, chez les sujets exposés, a été signalé dans différents pays et ces études ont établi les propriétés carcinogènes du chlorure de vinyle. Des études épidémiologiques et expérimentales de même nature faites sur certains agents thérapeutiques tels que l'halothane utilisé en anesthésie, l'hycanthone, utilisé pour combattre la schistosomiase, et le diéthylsilbestrol utilisé dans le traitement du cancer du col de l'utérus, ont révélé des effets secondaires carcinogènes et mutagènes chez des malades soumis à ces traitements et même dans certains cas chez leurs descendants. L'étude expérimentale d'une gamme étendue d'agents chimiques pris dans la collection d'articles que nous utilisons quotidiennement ou provenant de notre environnement immédiat a démontré que certains possèdent de puissantes propriétés mutagènes et carcinogènes.

Tableau 3: Effets sanitaires comparés de divers types de production d'énergie*
(chiffres normalisés pour tout le cycle du combustible nécessaire à la production de 10^{10} kWh)

Combustible	Nombre estimatif de décès	Nombre estimatif des cas d'invalidité
Charbon	10–200	300–500
Mazout	3–150	150–300
Gaz	0.2	20
Energie nucléaire	1–3	8–30

* Estimation fondée sur des données pour l'année 1975 recueillies aux Etats-Unis.
Source: L.D. Hamilton et A.S. Manne.

Ce tableau permet de comparer les effets nuisibles pour la santé humaine du cycle total du combustible pour les diverses sources d'énergie actuellement disponibles. Ces estimations ont été établies par la Biomedical and Environmental Assessment Division (BEAD), à Brookhaven, à partir de données afférentes à l'année 1975 et recueillies aux Etats-Unis. Les conclusions qui s'en dégagent en ce qui concerne les effets comparés des rayonnements émis par des sources d'énergie nucléaire et ceux des combustibles d'origine fossile sont évidentes. La pollution de l'air par les combustibles fossiles est de loin la cause la plus importante des décès enregistrés.

MESURES PRISES POUR REDUIRE LA POLLUTION DE L'ENVIRONNEMENT

Des recherches ont été organisées par les divers centres régionaux du monde en vue d'identifier les agents chimiques suspects et d'évaluer leurs effets carcinogènes et mutagènes aux doses les plus faibles. Dans ces recherches on a tenu compte de certains

produits chimiques largement employés dans l'industrie, les produits alimentaires, l'agriculture et pour les soins médicaux dans les régions considérées. Si l'on constate au cours d'une enquête qu'un agent chimique a des effets mutagènes ou carcinogènes sur tout ou partie des systèmes biologiques utilisés pour les tests, le centre intéressé émet une recommandation en vue de faire retirer du marché le produit incriminé et, si possible, de lui substituer un produit de remplacement non carcinogène. Ces travaux ont été patronnés par les sociétés nationales et régionales pour l'étude des substances carcinogènes et mutagènes présentes dans l'environnement, et coordonnées, notamment par l'International Association for Environmental Mutagen Societies (IAEMS) et le National Institute for Environmental Health Sciences (NIEHS) des Etats-Unis.

Les spécialistes internationaux des études sur l'environnement ont en outre recommandé la création d'une commission internationale de la protection de l'environnement contre les mutagènes et carcinogènes sur le modèle de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Il est d'autre part reconnu que pour résoudre les problèmes relatifs à la protection de l'homme contre les polluants chimiques, on aurait tout intérêt à utiliser l'expérience acquise en matière de protection dans les domaines nucléaires, et en particulier celui de la protection contre les rayonnements. On s'efforce actuellement d'établir une équivalence entre les effets biologiques dangereux de certains polluants chimiques et ceux des polluants radioactifs. A cette fin, on a créé une unité dite "rad équivalent chimique" ou unité REC (c'est-à-dire qu'on a établi une équivalence entre les effets biologiques mutagènes ou carcinogènes produits par l'absorption d'une dose déterminée d'un agent chimique et ceux d'une dose déterminée de rayonnements ionisants exprimée en rad). Le but visé est évidemment d'exprimer le "risque sanitaire" global résultant de la double exposition aux polluants chimiques et aux rayonnements de l'environnement. Il est inutile de dire que ces tentatives en sont au tout début et qu'il faut en ce domaine encore compter avec bien des impondérables techniques.

Conformément à ses objectifs, l'AIEA s'efforce d'encourager les applications pratiques des techniques nucléaires pour aider à résoudre les problèmes de lutte contre la pollution de l'environnement. C'est ainsi que, grâce à des mesures d'appui et de coordination en matière de recherche, les techniques d'activation neutronique ont été traduites en méthodes pratiques applicables à l'étude épidémiologique de la contamination par la présence de métaux lourds dans des échantillons de cheveux humains. Les techniques d'analyse par activation neutronique ont aussi été étendues à la détection des résidus de pesticides et à l'étude de la corrélation de la pollution métallique avec la présence des maladies cardio-vasculaires. La lutte contre les insectes nuisibles à l'agriculture par des méthodes génétiques (biologiques) (technique du lâcher de mâles stérilisés par exposition aux rayons gamma) évite à l'environnement d'être contaminé par des pesticides chimiques dangereux. Les activités du programme de la Division de la sûreté nucléaire et de la protection de l'environnement portent notamment sur l'établissement de normes de sécurité radiologique et l'élaboration d'instructions sur les diverses méthodes de manutention des matériaux nucléaires à des fins pacifiques, y compris l'élimination, dans des conditions satisfaisantes de sûreté, des déchets radioactifs provenant des installations nucléaires.

Des informations d'actualité touchant ces aspects des applications pacifiques des techniques nucléaires sont diffusées à l'intention des Etats Membres par le moyen de colloques scientifiques et de stages de formation, par la fourniture de l'assistance technique, de bourses et de services d'experts, ainsi que la publication de comptes rendus de réunions, de manuels et de rapports techniques. Toutes ces activités sont menées en coopération avec celles du PNUD, de l'OMS et de la FAO.

CONCLUSIONS

Les polluants chimiques rejetés dans l'environnement par les sources classiques d'énergie et les installations industrielles sont un danger pour la santé de l'homme et pour l'environnement. La connaissance insuffisante des mécanismes par lesquels ils agissent sur les systèmes biologiques semblent être l'obstacle majeur auquel se heurtent les efforts que l'on fait pour évaluer en toute objectivité les risques sanitaires que présentent, à court et à long terme, les polluants chimiques. Néanmoins, la nocivité de leurs effets est de plus en plus clairement établie, comme il ressort des récentes enquêtes épidémiologiques faites parmi les travailleurs des installations classiques de production d'énergie et au sein des populations exposées de façon chronique.

Jusqu'ici, la production d'énergie d'origine nucléaire a réussi à maintenir un bilan remarquable de sûreté sanitaire. En raison du développement qu'on projette de lui donner, il faut poursuivre les recherches sur les effets biologiques des rayonnements de faible intensité et des radionucléides afin de réévaluer leurs incidences sur la santé. Mais compte tenu des espoirs qu'autorisent les résultats obtenus jusqu'à présent, et des efforts qui seront encore faits pour améliorer la sécurité sanitaire, on est en droit de penser que l'extension envisagée du programme de production d'énergie d'origine nucléaire n'aura pas d'effets défavorables sur l'environnement. L'expérience a démontré que l'on pouvait maîtriser les risques potentiels des rayonnements présents dans la nature, ainsi que les problèmes qu'elles posent. Il faudrait dès maintenant s'intéresser davantage à protéger la santé de l'homme et son environnement contre les polluants d'origine chimique.

Bibliographie

1. NUCLEAR POWER AND THE ENVIRONMENT, par l'AIEA en coopération avec l'OMS (1972).
2. BRIDGES, B.A., "Radiation-equivalent dose of chemical mutagens: Problems and perspectives", dans: Radiological Protection (Ed. R. Chanet), Comm. of the European Communities (1977).
3. HAMILTON, L.D., MANNE, A.S., "Health and Economic Costs of Alternative Energy Sources" (Comptes rendus des travaux de la Conférence internationale de l'AIEA sur l'énergie nucléaire et son cycle du combustible, Salzbourg, mai 1977), AIEA, Vienne (1977) 73-93.
4. INFANTE, P.F., et al., Carcinogenic, mutagenic and teratogenic risks associated with vinyl chloride, Mutat. Res. 41 (1976) 131-142.
5. ENVIRONMENTAL MUTAGENIC HAZARDS, Report of Committee 17, Environmental Mutagen Society, Science 187 (1975) 503-514.
6. ENVIRONMENTAL HEALTH IN BIOLOGY AND THE FUTURE OF MAN (Ed. Philip Handler, President National Academy of Science), Oxford University Press (1970) 831-887.