

2437 (24)

OK



**L'ETAT
DE L'ENVIRONNEMENT
1981**

SELECTION DE SUJETS

**PROGRAMME DES NATIONS UNIES
POUR L'ENVIRONNEMENT**



L'ETAT DE L'ENVIRONNEMENT 1981

SELECTION DE SUJETS

**PROGRAMME DES NATIONS UNIES
POUR L'ENVIRONNEMENT**

© 1981 PNUE
Publié en 1981 par le
PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT
Nairobi, Kenya

Imprimé par Artblocks (1975) Ltd., Racecourse Road
P.O. Box 44382, Nairobi Kenya
ISBN 92 807 2045 7

TABLE DES MATIERES

Avant-propos	iv
I. Introduction	1
II. Utilisation et gestion des ressources renouvelables : les eaux souterraines	4
III. Substances chimiques toxiques et chaîne alimentaire humaine.	13
IV. Economie de l'environnement	23

AVANT-PROPOS

Le présent rapport porte sur trois questions d'importance internationale qui ont été retenues par le Conseil d'administration du Programme des Nations Unies pour l'environnement lors de sa huitième session, à savoir les eaux souterraines, les substances chimiques toxiques et la chaîne alimentaire humaine et l'économie de l'environnement. Dans un souci de clarté maximum, chacune de ces questions a été traitée en quatre parties intitulées respectivement faits et chiffres, problème posé, principales mesures adoptées ou envisagées et conclusions.

Ce rapport a été établi sur la base des points de vue exprimés par divers membres de la communauté scientifique lors de discussions consacrées aux problèmes environnementaux susmentionnés. Il n'a pas pour objet de fournir des solutions ni de faire des recommandations mais est destiné à stimuler l'intérêt du public et à susciter des débats d'où pourraient se dégager des solutions. Il a été présenté pour la première fois à la neuvième session du Conseil d'administration du Programme des Nations Unies pour l'environnement tenue à Nairobi en mai 1981 et les gouvernements se sont accordés à penser qu'il donnait une description réaliste et exacte des problèmes environnementaux d'actualité sur lesquels la communauté internationale dans son ensemble et le PNUE en particulier devraient concentrer leur attention.

I. INTRODUCTION

1. Nul doute que les années 70 ont amené, tant les décideurs que le public à mieux prendre conscience du fait que des effets fâcheux pouvaient résulter de politiques conçus pour rendre l'environnement plus productif et pour répondre aux besoins essentiels de l'homme. Le développement demeurant la plus haute des priorités, ce constat se traduit par un déploiement d'efforts aux échelons national, régional et international en vue de rendre ces politiques compatibles avec la préservation de l'environnement. Au cours de la dernière décennie l'accent a été mis sur de nombreux problèmes d'environnement qui jusqu'ici avaient été négligés ou n'avaient pas suffisamment retenu l'attention. Nombre de ces problèmes ont déjà été traités dans les sept précédents rapports annuels sur l'état de l'environnement en application du mandat confié au Conseil d'administration en vertu de la résolution 2997 (XXVII) du 15 décembre 1972 de l'Assemblée générale; aux termes de ladite résolution le PNUE doit "suivre la situation de l'environnement dans le monde, afin d'assurer que les problèmes de grande portée Internationale qui surgissent dans ce domaine fassent l'objet, de la part des gouvernements, d'un examen approprié et adéquat".

2. Cette année, le rapport sur l'état de l'environnement porte sur trois questions importantes sélectionnées par le Conseil d'administration (section VI de la décision 8/1 du 29 avril 1980) savoir: les eaux souterraines, les substances chimiques toxiques et la chaîne alimentaire humaine et l'économie de l'environnement. Les eaux souterraines sont des ressources renouvelables qui, faute d'être exploitées rationnellement et d'être préservées de la pollution, sont altérées et gaspillées; sur le plan socio-économique et écologique cela a de nombreuses conséquences défavorables. Les connaissances de l'homme sur les eaux souterraines— phénomènes hydrogéologiques, dynamiques et géochimiques— souffrent encore de nombreuses lacunes et nécessitent des recherches considérables. On ne sait pas vraiment ce qu'il advient des différents polluants dans les nappes aquifères et leur déplacement demeure une inconnue, ce qui explique, en partie, l'insuffisance des mesures tendant à prévenir la pollution des eaux souterraines ou l'impossibilité de prévoir très tôt leur altération ou leur tarissement.

3. Il suffit que l'homme boive de l'eau contaminée ou que les polluants altèrent ses aliments par d'autres voies, pour qu'un certain nombre de menaces pèsent sur sa santé. Nombre de substances chimiques utilisées par l'homme à diverses fins sont rejetées et, directement ou indirectement, finissent par l'atteindre. Les aliments sont évidemment l'une des principales voies par lesquelles les substances chimiques contaminent l'homme; la gravité

des conséquences possibles est attestée par les nombreux cas d'em-poisonnement enregistrés. Toutefois, l'on n'a pas encore pris la mesure des risques que présente pour l'homme l'accumulation, aux différents stades de la chaîne alimentaire, de faibles concentrations de substances chimiques toxiques.

4. Protéger l'homme et son environnement contre ces risques, ainsi que d'autres, suppose des dépenses qui s'accroissent vertigineusement en fonction du degré de protection. Récemment encore, les déchets pouvaient être déversés librement dans l'atmosphère ou immergés, l'air et l'eau n'appartenant à personne, et la terre, une fois acquise, pouvait être exploitée d'une manière effrénée. Dans la plupart des pays ces pratiques ne sont plus de mise. L'on commence à comptabiliser les dépenses entraînées par l'élimination des déchets et le coût des mesures visant à réduire la pollution s'ajoute au prix du produit. Seuls des jugements fondés permettent de déterminer rationnellement le prix à acquitter pour préserver l'environnement et de moduler le coût des mesures de contrôle en fonction de l'évaluation du préjudice causé. Pour la plupart des intéressés il existe une limite au-delà de laquelle les dépenses entraînées par des mesures de contrôle ou un nettoyage plus poussé ne se justifient plus. Mais il n'est pas toujours possible de déterminer le coût des dommages occasionnés à l'environnement; nombre d'effets subis par l'homme ou son environnement ne peuvent être quantifiés. Et c'est là que réside le dilemme en ce qui concerne l'analyse coût-utilité des mesures de protection de l'environnement. Certains pays industrialisés ont décidé de concentrer leurs industries en certains points de leur territoire afin de tirer parti des économies d'échelle en matière de contrôle de la pollution. D'autres pays au contraire estiment qu'il est préférable d'assurer la plus grande dispersion géographique possible des activités économiques de façon à ne jamais excéder le pouvoir d'assimilation du milieu naturel. Par ailleurs, pour des raisons d'ordre économique et/ou environnemental, on a eu tendance à réimplanter certaines industries dans les pays en développement.

5. Dans le présent document, on ne se propose pas d'examiner ces questions en détail mais on s'efforce d'y souligner brièvement les problèmes qui se posent ainsi que les mesures prises pour les résoudre. On ne cherche pas à fournir de solutions idéales ni même à recommander des plans d'action mais plutôt à susciter des débats d'où pourraient se dégager des solutions.

BIBLIOGRAPHIE

1. *L'état de l'environnement, 1974* (Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, 1974).
2. *L'état de l'environnement, 1975* (Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, 1975).
3. *L'état de l'environnement, 1976* (Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, 1976).

4. *L'état de l'environnement: Sélection de sujets, 1977* (Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, 1977).
5. *L'état de l'environnement: Sélection de sujets, 1978* (Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, 1978).
6. *L'état de l'environnement: Sélection de sujets, 1979* (Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, 1979).
7. *L'état de l'environnement: Sélection de sujets, 1980* (Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, 1980).

II. UTILISATION ET GESTION DES RESSOURCES RENOUVELABLES: LES EAUX SOUTERRAINES

6. Contrairement aux autres planètes, la Terre est dotée de ressources en eau abondantes qui ont non seulement constitué un facteur déterminant dans l'apparition de la vie, mais également assuré une certaine stabilité au cours de l'évolution ultérieure de la planète.

7. L'eau douce forme les cours d'eau, les lacs et les marécages, elle s'infiltré dans les interstices du sol et peut s'accumuler dans les formations aquifères durant de longues périodes allant de quelques mois, pour les aquifères peu profonds, à des millénaires, pour ceux qui sont situés en profondeur. Le trop plein de ces réservoirs se déverse dans les zones de basse terre occupées par les marécages et les cours d'eau. Cet écoulement sous forme de cours d'eau atteste que les eaux de surface et les eaux souterraines de toute région constituent un système unique, au même titre que la reconstitution des nappes grâce aux infiltrations provenant des cours d'eau dans certaines conditions géologiques, notamment au pied des montagnes des régions désertiques.

8. Les eaux souterraines sont fort intéressantes en raison de certaines propriétés dont sont généralement dépourvues les eaux de surface. Elles ne sont pas sujettes à évaporation durant la saison sèche ni lorsque sévit la sécheresse, elles ne contiennent ni boues ni sédiments, elles sont biologiquement saines lorsqu'elles ne sont pas contaminées par l'activité des hommes et sont généralement accessibles à tout agriculteur dont la propriété est située au-dessus d'une nappe aquifère à laquelle il peut s'alimenter gratuitement.

9. Les nappes aquifères (formations aquifères) s'étendent souvent sous le territoire de deux ou plusieurs pays voisins qui peuvent ainsi s'en partager les ressources. L'inventaire, la mise en valeur et la gestion rationnelle de ces ressources communes doivent être menés à bien dans le cadre de la coopération régionale et conformément à des principes de cogestion dont il aura été convenu.

A. Faits et chiffres

10. Le volume total des ressources en eau de la terre a été estimé à plusieurs reprises ainsi que sa répartition entre les océans, les calottes glaciaires, les cours d'eau et les lacs et les nappes aquifères (voir notes bibliographiques 1 et 2). On évalue habituellement à 97 p. 100 environ la part

constituée par les océans, le reste des ressources, soit 3 p. 100, se trouvant sur les terres émergées. Sur ces 3 p. 100, quelque 77 p. 100 sont emmagasinés sous forme de calottes glaciaires et de glaciers et 22 p. 100 dans les aquifères; la très faible fraction restante constitue les lacs et les cours d'eau. Une proportion importante des eaux souterraines provient des écosystèmes qui alimentent lentement, depuis des siècles, les aquifères sous-jacents par les interstices du sol; du fait qu'elles sont situées à plus de 800 m de profondeur ces ressources ne sont pas actuellement exploitables par l'homme. Le volume des eaux souterraines accessibles est estimé à 0,3 million de kilomètres cubes environ.

11. Dans certaines régions du monde les eaux souterraines sont couramment utilisées, ce qui se traduit par une exploitation excessive de certaines nappes aquifères. La surexploitation des eaux souterraines perturbe l'équilibre des réserves et entraîne une baisse du niveau hydrostatique, une diminution de la pression des aquifères, une modification de la vitesse et de l'orientation de l'écoulement des eaux, etc.: ce sont là autant de phénomènes susceptibles de perturber le cycle hydrologique d'une région donnée et d'avoir des incidences défavorables sur l'environnement. L'affaissement du terrain est important et, selon l'épaisseur et la compressibilité de la formation aquifère, il peut varier de 1 à 50 cm pour une diminution de niveau de 10 m (3). La désertification pourrait s'étendre du fait de la dégradation des végétaux résultant d'une moindre humidité et/ou de l'impossibilité pour les racines d'absorber l'eau provenant de la nappe phréatique. Dans les zones littorales, la surexploitation des eaux souterraines conduirait rapidement à des infiltrations d'eau de mer qui auraient des conséquences défavorables sur les sols et les pentes (4).

12. Les eaux souterraines filtrent à travers le sol et les roches et entraînent des sels solubles; de ce fait elles sont minéralisées et parfois leur teneur en sels est très forte (5 et 6). La possibilité de contamination des eaux souterraines est déterminée par les propriétés hydrologiques de l'aquifère, la nature du polluant et l'efficacité des phénomènes de régulation (7).

13 De toutes les activités de l'homme qui influent sur la qualité des eaux souterraines, l'agriculture est probablement la plus importante car elle est source de pollutions diverses occasionnées par les engrais, les pesticides et les déjections animales (8 et 9). L'azote est l'élément nutritif des engrais azotés, phosphorés et potassiques qui, sous forme de nitrate, est la principale cause d'altération des eaux souterraines situées à proximité des terres agricoles. Les concentrations d'azote dans les eaux s'infiltrant jusqu'aux nappes phréatiques dépendent de la fréquence d'utilisation des engrais, des quantités employées et de leur composition, du rythme d'absorption des plantes, de la quantité d'azote organique et inorganique déjà présente dans le sol ainsi que de facteurs physiques tels que la perméabilité des sols, leur humidité et les quantités d'eau utilisées aux fins d'irrigation (9). L'eau est

impropre à la consommation des nourrissons lorsqu'elle contient plus de 45 mg de nitrate par litre, concentration qui peut être celle des nappes peu profondes dans les régions agricoles.

14. En dépit de leur faible solubilité, les pesticides organochlorés sont toxiques et les eaux souterraines contenant quelques parties par million de ces composés peuvent être impropres à la consommation. L'adsorption par les sols des pesticides organochlorés est forte et, de ce fait, les risques d'altération des eaux souterraines sont faibles (9).

15. Des processus biochimiques transforment les composés azotés organiques des déjections animales en nitrate; ainsi, dans de nombreuses régions agricoles, la contamination locale des eaux souterraines est imputable au fumier, aux fosses à purin, aux terrains d'embouche et à diverses formes d'élevage intensif. Toutefois, lorsque les nappes phréatiques ne se trouvent pas directement sous ces sources de pollution, celles-ci demeurent généralement peu importantes.

16. Le lessivage, processus grâce auquel les eaux souterraines contiennent généralement plus de sels dissous que les eaux douces de surface, peut être accentué dans les zones irriguées où les sels solubles peuvent être concentrés dans les couches supérieures du sol et autour des racines des plantes. Cette altération des eaux souterraines est devenue un grave problème dans de nombreuses régions du monde (9 et 10). Il ne s'agit pas là toutefois d'une conséquence inévitable du développement de l'irrigation et l'on peut y remédier en adoptant des systèmes de gestion des eaux rationnels, notamment des systèmes permettant de réduire les pertes par infiltration des eaux des canaux d'irrigation, ainsi qu'en obtenant des agriculteurs qu'ils utilisent plus judicieusement l'eau (irrigation soumise à un horaire, contrôle du volume d'eau utilisée et systèmes d'irrigation et de drainage bien conçus).

17. Les déchets industriels proviennent d'une gamme étendue de productions et comportent de nombreuses substances chimiques organiques et inorganiques qui sont des polluants virtuels. Les eaux souterraines sont contaminées par les déchets industriels provenant des retenues ou des bassins d'oxydation, des déversoirs, des ruptures de conduites et des décharges. Les bassins d'oxydation et les retenues industriels sont les principales sources de contamination; sur le territoire des Etats-Unis d'Amérique, la *Environmental Protection Agency* a recensé environ 181 000 bassins de ce type qui servent de décharges industrielles et municipales (11).

18. Les fosses septiques et les fosses d'aisance laissent filtrer dans le sol des eaux résiduaires et sont de ce fait les sources de pollution des eaux souterraines les plus fréquemment incriminées, notamment dans les zones rurales et récréatives et à la périphérie des agglomérations (8). Toutefois, une

proportion croissante des eaux usées des agglomérations est traitée par des installations d'épuration primaires et secondaires. Dans de nombreuses régions, les matières résiduelles solides appelées boues d'épuration, qui contiennent une importante quantité de polluants potentiels, sont répandues sur les terres agricoles. Dans certaines régions les eaux usées non traitées, ou ayant subi un traitement partiel, sont répandues par aspersion sur les terres. Cette utilisation des eaux usées et des boues d'épuration enrichit la terre d'éléments nutritifs tels que l'azote et le phosphore, pour le plus grand bien de l'agriculture. Toutefois, ces eaux usées et ces boues peuvent aggraver la pollution des eaux souterraines. Par sa composition et sa structure, le sol est en mesure de retenir ou de neutraliser plusieurs des composés présents dans les eaux souterraines dont la qualité peut néanmoins être altérée par certains d'entre eux. Parce qu'il agit comme un filtre et est le siège de processus microbiologiques, le sol peut également éliminer les bactéries pathogènes; cependant la question de la survie des virus n'a pas encore été tranchée (9).

19. Les déchets solides - industriels ou urbains - étaient autrefois déversés dans des décharges à ciel ouvert tandis qu'aujourd'hui des dépotoirs aménagés leur sont réservés. Les dépotoirs et les décharges contrôlés, où sont enfouis les déchets, sont lessivés par le phénomène de percolation des eaux qui peuvent entraîner divers polluants organiques ou inorganiques. Si les décharges sont situées sur des terrains relativement perméables, constitués par exemple de grès ou de roches fissurées, les déchets entraînés par le lessivage peuvent polluer des eaux souterraines sur de vastes périmètres. On ne peut éviter ces risques qu'en procédant à une étude minutieuse des caractéristiques hydrogéologiques des sites destinés à la fonction de décharge, ou en mettant au point de nouvelles techniques d'évacuation des déchets telles que l'incinération, que les pays développés utilisent de plus en plus pour détruire les substances les plus toxiques.

20. L'extraction de minerais et de roches produit également de grandes quantités de déchets qui peuvent s'infiltrer jusqu'aux nappes aquifères et provoquer l'écoulement d'eaux souvent très acides et chargées de sels de métaux toxiques tels que les sels de cuivre et de zinc. Si ces eaux atteignent les nappes aquifères sans avoir été traitées, une plus grande pollution peut s'ensuivre.

21. Les puits profonds où sont déversés les déchets liquides (déchets industriels toxiques, saumures, etc.) peuvent gravement altérer les eaux souterraines. Lorsque par suite de la corrosion, ou d'autres phénomènes, il se produit des ruptures de tubage dans un puits, des déchets peuvent être rejetés dans les nappes aquifères. Les déchets peuvent également se répandre lorsqu'ils n'ont pas été déversés sur des couches vraiment imperméables. Lorsqu'on autorise le forage de tels puits, il faut entreprendre au préalable des études géologiques et géotechniques détaillées et prévoir les risques de séisme,

afin de prévenir la contamination éventuelle des eaux souterraines. Les méthodes de tubage, les taux de déversement des déchets et leurs caractéristiques sont au nombre des principaux facteurs à prendre en considération.

22. Pour se défaire des déchets faiblement et moyennement radioactifs produits par les centrales nucléaires, on a utilisé des conteneurs que l'on a enfoui dans des fosses peu profondes. Ce procédé utilisé aux Etats-Unis d'Amérique a donné des résultats peu satisfaisants; en effet sur certains sites (8) il s'est produit des fuites d'éléments radioactifs. Même si à l'heure actuelle ces fuites ne présentent aucun danger, en ce qui concerne l'approvisionnement en eau potable, étant donné que les eaux souterraines ne sont pas atteintes, on a là la preuve éclatante du fait que les conséquences néfastes de l'insuffisance des études hydrogéologiques des emplacements destinés à la décharge des déchets peuvent n'apparaître qu'après de nombreuses années, voire des décennies d'utilisation des sites. Le problème qui se pose actuellement aux hydrogéologues est d'être en mesure de déterminer, en recourant à des méthodes de sélection et d'évaluation des sites appropriées, les emplacements capables de retenir une quantité suffisante de rayonnement, qu'il soit émis par des déchets faiblement radioactifs, enfouis à peu de profondeur, ou par de déchets vitrifiés à longue période de radioactivité; il leur faudra également veiller à ce que soient installés dans le sol des dispositifs de contrôle en bon état de marche (8, 12 et 13).

B. Problème posé

23. Le gaspillage des eaux souterraines résulte de leur surexploitation et de l'utilisation de méthodes d'exploitation favorisant une altération qui pourrait être évitée. La surexploitation peut non seulement entraîner le tarissement des puits, mais également avoir des conséquences défavorables sur l'environnement, comme par exemple l'affaissement du terrain, l'infiltration d'eau salée lorsque la nappe aquifère est située à proximité de plaines littorales, la désertification, etc. Le recours aux modèles hydrologiques et hydrodynamiques est le moyen le plus sûr d'assurer la planification rationnelle de l'exploitation des eaux souterraines d'une région donnée (14); mais, pour que l'on puisse se fier à ces modèles, il faut entreprendre au préalable l'étude quantitative, qualitative et dynamique des nappes aquifères.

24. La minéralisation est une caractéristique naturelle des eaux souterraines dont l'utilisation peut être limitée en raison de leur composition. Il importe au plus haut point de savoir si cette composition évolue défavorablement. Cependant, en raison de la nature hétérogène des réseaux hydrologiques souterrains, de la lenteur de la circulation des eaux et de la lenteur encore plus grande de la dispersion des polluants, il peut être très difficile de détecter les zones des nappes souterraines où l'eau est altérée.

Selon la *Environment Protection Agency* des Etats-Unis d'Amérique, pratiquement chaque fois qu'il y a eu pollution de nappes aquifères, celle-ci n'a été découverte qu'après contamination des puits (8). Lorsque la pollution des eaux souterraines a été établie d'une manière incontestable il est souvent trop tard pour adopter des remèdes d'une grande efficacité.

25. La surveillance des eaux souterraines est souvent négligée car on n'en voit pas l'importance. Si l'on ajoute à cela la complexité juridique et institutionnelle soulevée par le problème des eaux souterraines, on comprend qu'il soit difficile de les gérer judicieusement. Il apparaît encore plus difficile de déterminer comment intégrer leur gestion à celle de l'ensemble des ressources en eau, en dépit du fait qu'il serait avantageux de gérer conjointement des ressources si évidemment complémentaires. Si pour obtenir que les eaux de surface soient d'une qualité acceptable l'on doit principalement veiller à diminuer les rejets de polluants s'y déversant, le problème qui se pose aux scientifiques et aux ingénieurs s'occupant de la protection des ressources en eaux souterraines consiste à identifier les zones où les polluants peuvent s'infiltrer dans les réseaux hydrographiques souterrains, ainsi que le mécanisme de cette infiltration, et à être en mesure de faire des prévisions fiables sur la dispersion des polluants dans lesdits réseaux. Cela est indispensable si l'on veut réduire les incidences actuelles ou futures de l'industrie, de l'agriculture et des activités urbaines sur la qualité des eaux souterraines.

26. La gestion des eaux souterraines devrait être considérée comme partie intégrante du plan de mise en valeur des ressources en eau d'un pays, ou de plusieurs pays lorsque la nappe aquifère s'étend sous leurs territoires. Il conviendrait d'insister sur la nécessité d'une exploitation rationnelle des eaux souterraines ainsi que sur les moyens de prévenir leur pollution. En conséquence, il pourrait être nécessaire d'adopter une série de mesures d'ordre pédagogique, institutionnel, juridique et économique, pour améliorer la surveillance de la pollution et imposer des normes en matière d'effluents ainsi qu'une réglementation appropriée en vue de leur élimination. La surveillance des eaux souterraines, en vue de disposer très tôt de prévisions concernant leur tarissement ou leur pollution, constitue un important élément de toute saine gestion de ces ressources.

C. Principales mesures adoptées ou envisagées

27. Au cours des 15 dernières années, le programme d'étude et de mise en valeur des ressources en eaux souterraines de l'ONU qui comportait plus de 100 projets, a été d'un très grand profit, sur le plan socio-économique, à 57 pays en développement. Il a permis d'accroître la production agricole en développant l'irrigation grâce à l'utilisation des eaux souterraines et de remédier à la pénurie d'eau dans les zones urbaines industrielles par le forage de puits.

28. Dans le cadre de la plupart des projets entrepris par l'ONU il a été procédé à l'évaluation des ressources en eau. Dans plus de 25 pays des cartes ont été dressées qui couvrent des zones d'une superficie de 5,000 à plus de 100 000 km². Quelque 150 bourses de perfectionnement ont été accordées à des techniciens et à des cadres s'intéressant aux projets de l'ONU relatifs aux eaux souterraines, aux fins de formation à l'étranger (15). Conformément aux recommandations de la Conférence des Nations Unies sur l'eau, il est dûment tenu compte des eaux souterraines dans les principes élaborés par l'ONU aux fins d'une politique d'ensemble des ressources en eau.

29. La FAO, l'UNESCO, l'OMS et la Banque mondiale sont au nombre des organismes des Nations Unies qui s'occupent également d'activités concernant les ressources en eaux souterraines. Au cours des 20 dernières années, la FAO a mené à bien plus de 100 projets de mise en valeur des ressources en eau dans plus de 40 pays en développement. Du fait qu'elle s'intéresse à la science et à l'éducation, l'UNESCO s'est employée à favoriser l'échange de données relatives à la géologie et à l'hydrologie des eaux souterraines. Les projets de l'OMS visent à assurer la protection des eaux destinées à l'approvisionnement des zones rurales et urbaines contre les maladies transmises par des vecteurs, alors que la Banque mondiale a financé de grands projets de mise en valeur des ressources en eaux souterraines destinées à l'irrigation ou à la consommation du bétail (15 et 16). Les activités entreprises par le PNUE dans le domaine des eaux souterraines, en coopération avec d'autres organismes, ont pour objet d'assurer la mise en oeuvre du Plan d'action pour lutter contre la désertification, dont un important élément consiste en la réalisation d'enquêtes et d'études sur les aquifères et l'exploitation des eaux souterraines. Certaines organisations régionales s'adonnent également à des activités dont l'objectif est la conservation des eaux souterraines et leur protection contre la pollution.

D. Conclusions

30. Les connaissances sur les eaux souterraines sont fort limitées et, du fait de leur emplacement, ces ressources sont ignorées. D'une façon générale on n'a pris la mesure, ni de leur importance dans l'ensemble des ressources en eau, ni de leur fragilité. S'agissant de leur qualité, de nouveaux problèmes se posent sans cesse. Certains modes d'exploitation des terres, qui entraînent de graves pollutions des sols, pourraient à l'avenir avoir pour effet une grave contamination des eaux souterraines, tout comme des rejets des déversements accidentels. L'imprégnation accrue des sols par les engrais, les insecticides et les herbicides, ainsi que des milliers d'autres substances synthétiques fabriquées chaque année, peut également entraîner la pollution de ces précieuses ressources. Les programmes de la plupart des pays tendant à protéger les eaux souterraines sont insuffisants et le demeureront tant que ceux qui sont chargés de légiférer en la matière n'auront pas compris la nécessité de disposer de connaissances et de méthodes de gestion pertinentes.

31. Les eaux de surface et les eaux souterraines ne sont pas deux types de ressources distinctes mais constituent un ensemble de ressources qu'il conviendrait de considérer comme un tout. Lorsque l'on planifie la mise en valeur d'un bassin fluvial, l'on devrait considérer l'exploitation des eaux souterraines comme l'un des moyens possibles de satisfaire la demande en eau, notamment dans le cas de grands bassins sédimentaires. Dans la plupart des cas les solutions techniques et économiquement les plus intéressantes consistent à utiliser conjointement les eaux de surface et les eaux souterraines. En conséquence, l'on devrait s'efforcer de parvenir à tirer le meilleur parti de ces deux types de ressources lorsque l'on gère les réseaux hydrographiques régionaux.

32. La pollution et le tarissement des ressources en eaux souterraines peuvent être irréversibles. C'est pourquoi, il importe d'autant plus de prévenir leur altération en procédant à l'examen rigoureux des nouveaux procédés utilisés pour se débarrasser des déchets et épandre les produits chimiques sur le sol, ainsi que de toute autre mesure pouvant présenter un danger pour les nappes aquifères, et de veiller à l'application de mesures de contrôle appropriées. En l'occurrence, il ne s'agit pas de considérer que "prévenir vaut mieux que guérir" mais de se persuader que la prévention est la seule solution possible.

BIBLIOGRAPHIE

1. A. Baumgartner and E. Reichel, *The World Water Balance*, Munich (1975); cited in *Water Development and Management*, Proceedings of the United Nations Water Conference, Part 1, p. 5, (Oxford, Pergamon Press, 1978).
2. A. Van Dam, Water Management in the 1980s. *Water Supply and Management*, Vol. 1, (1978), pp. 349-353; Resources and Needs: Assessment of the World Water Situation, *Water Supply and Management*, Vol. 1, (1977), pp. 273-311.
3. H. Bouwer, Land Subsidence and Cracking due to Groundwater Depletion, *Ground Water*, Vol. 15, (1977), pp. 358-364.
4. G. Kovacs, Assessment of Groundwater Resources/Evaluation of Groundwater Resources as a Part of the Total Available Water Resources in a Given Region, *Proceedings of Symposium on Water Resources Planning*, Mexico City, Vol. (1972); Human Interaction with Groundwater. *Ambio*, Vol. 6, No. 1, (1977), pp. 22-26.
5. E.E. El-Hinnawi, Geochemistry of Groundwaters, from Burg El-Arab, Egypt, *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.* 140, No. 2 (1972), pp. 185-206.
6. E.E. El-Hinnawi and S.M. Atwa, Geochemistry of Groundwaters from some localities West of Nile Delta, *Geologische Rundschau Band* 62 (1973), pp. 225-245.
7. D.E. Lindrff, Groundwater Pollution - A Status Report, *Ground Water*, Vol. 17, No. 1, (1979), pp. 9-17.
8. R.A. Freeze and J.A. Cherry, *Groundwater* (New Jersey: Prentice-Hall, 1979).
9. FAO, *Groundwater Pollution: technology, economics and management*, FAO Irrigation and Drainage Paper 31, (Rome, Food and Agriculture Organization, 1979).
10. E.B. Worthington, *Arid Land Irrigation in Developing Countries. Environmental Problems and Effects* (Proceedings of COWAR Symposium, Alexandria, 1976) (Oxford, Pergamon Press, 1977).
11. *Time Magazine*, New York, 22 September (1980), p. 40.
12. UNEP, *The Environmental Impacts of Production and Use of Energy, Part II: Nuclear Energy* (Nairobi, United Nations Environment Programme, 1979).

13. E. E. El-Hinnawi, *Nuclear Energy and the Environment* (Oxford, Pergamon Press, 1980).
14. G. Kovacs, Practical Application of Hydrodynamic Models, *Hungarian Geological Institute, Budapest*, (International Post graduate Training Course on the Principles and Methods of Engineering Geology, 1979).
15. G. C. Taylor, The United Nations Ground Water Exploration and Development Programme – A Fifteen Year Perspective, *Natural Resources Forum*, Vol. 3, (1979), pp. 147 – 166.
16. *A Review of the United Nations Ground Water Exploration and Development Programme in the Developing Countries, 1962 – 1977*, (New York, United Nations (ST/ESA/90), 1979).

III. SUBSTANCES CHIMIQUES TOXIQUES ET CHAÎNE ALIMENTAIRE HUMAINE

33. La croissance rapide des industries métallurgiques et chimiques et des industries connexes enregistrée au vingtième siècle, s'est traduite par la production et l'utilisation de milliers de composés chimiques dont un certain nombre présente des risques pour la santé de l'homme. De grandes quantités de ces composés ont été rejetés sous forme d'émissions gazeuses, d'effluents et/ou de déchets solides.* Par ailleurs, plusieurs composés chimiques, tels que les pesticides, ont été intentionnellement utilisés dans divers milieux en vue de lutter contre les maladies transmises par vecteurs et/ou accroître la production alimentaire destinée à la population de la planète en augmentation. Tout bien considéré, il est incontestable que nombre de substances chimiques ont été bénéfiques à l'homme; cependant, dans certains cas, les graves dommages occasionnés à l'environnement par certaines d'entre elles l'ont emporté sur les avantages qu'elles présentaient.

34. L'exposition de l'homme aux substances chimiques intervient principalement de trois façons: inhalation, ingestion et contact cutané. S'agissant de la population en général, l'exposition aux principales substances chimiques toxiques résulte principalement de l'ingestion d'aliments, y compris de l'eau potable. Ces substances s'introduisent dans les aliments destinés à l'homme par de nombreuses voies. La contamination s'effectue parfois directement au stade de la préparation ou du conditionnement des aliments. D'autres substances diffusent à partir du sol dans les plantes, puis, par l'intermédiaire des herbivores, dans la viande ou le lait. Au sens propre, une chaîne alimentaire est une succession de stades de ce type et tout débat sur les substances chimiques et la chaîne alimentaire humaine devrait porter sur les conditions dans lesquelles des éléments potentiellement dangereux atteignent l'homme par le biais d'organismes intermédiaires. Cependant, soucieux d'être exhaustifs, nous avons également examiné dans le présent chapitre les conséquences d'une contamination directe des aliments et de l'eau potable.

35. Nombre de substances chimiques émises dans les divers milieux y subissent des altérations physiques et chimiques qui peuvent en modifier la toxicité. Si certaines sont décomposées en produits d'une innocuité relative, d'autres sont transformées en substances hautement toxiques qui peuvent menacer la santé de l'homme. Pour illustrer ce deuxième type de transformation, l'on peut citer le cas des composés inorganiques de mercure qui sont transformés en méthylmercure plus toxique dont l'accumulation dans les poissons est telle qu'il en résulte l'empoisonnement de l'homme par le mercure.

*La question des substances chimiques et de l'environnement est examinée dans le rapport sur l'état de l'environnement de 1978.

36. Les programmes de surveillance fournissent des renseignements sur les concentrations de certaines substances (en particulier sur les isotopes radioactifs à longue période, les pesticides organochlorés persistants, les biphényles polychlorés et les métaux) dans les tissus cellulaires de l'homme, sur certains produits alimentaires déterminés et la faune sauvage. La difficulté de disposer de renseignements complets et fiables procède, d'une part des différentes techniques d'analyse utilisées et du fait qu'il n'existe pas de bonnes méthodes permettant de mesurer certains types de production et, d'autre part, des problèmes posés par les échantillons utilisés à des fins statistiques. En conséquence, les exposés d'ordre général sur l'importance du problème de la contamination des aliments comporteront nécessairement des inexactitudes. Le programme de surveillance de la contamination des aliments du GEMS, auquel participent 21 pays avec l'appui du PNUÉ, de la FAO et de l'OMS; vise à remédier aux inexactitudes grâce à la coopération internationale.

37. Parallèlement, à mesure que l'on rassemble un plus grand nombre de données sur la contamination des aliments par les substances chimiques et toxiques l'on constate que les connaissances sur les risques que présentent pour la santé de l'homme nombre de substances chimiques présentes dans les aliments sont insuffisantes. Ainsi, alors que de nombreuses expériences de toxicologie ont fourni des données sur les effets à court terme de nombreuses substances chimiques bien connues, les renseignements fiables sur les risques à long terme d'une exposition à la plupart des substances sont pratiquement inexistantes. On comprend que le public soit préoccupé par le fait que les toxicologues ne sont pas en mesure à l'heure actuelle de fournir des estimations fiables concernant les risques de carcinogénèse, de tératogénèse et de mutagénèse entraînés par une longue exposition à de faibles concentrations de nombreuses substances chimiques présentes dans les aliments.

A. Faits et chiffres

38. Les substances chimiques dangereuses présentes dans les aliments et dans l'eau, tant inorganiques qu'organiques, sont fort nombreuses. Elles peuvent provenir de diverses sources dont les plus importantes sont les suivantes: agents de pollution atmosphérique qui se déposent directement sur les parties aériennes des plantes alimentaires, polluants ayant diffusé à partir du sol ou des eaux d'irrigation par les racines de ces plantes, polluants transmis à partir du milieu aquatique par les poissons et d'autres organismes vivant dans ce milieu, déchets des anabolisants utilisés dans l'élevage et leurs métabolites, substances produites par les bactéries ou les moisissures qui se développent sur ou à l'intérieur des aliments, résidus des pesticides agricoles et des métabolites et leurs produits de décomposition, substances émises par les emballages de produits alimentaires ou les récipients de céramique ou émaillés, polluants présents dans l'eau potable, c'est-à-dire provenant de la

chloration ou du contact de l'eau avec des conduites de plomb ou de cuivre et les additifs alimentaires.

39. Si l'on dispose de connaissances satisfaisantes sur la gravité des effets de certaines substances sur la santé de l'homme, il n'en va pas de même en ce qui concerne les effets d'une longue exposition à de nombreux autres produits, et notamment aux substances présentes dans les aliments. On ne peut évaluer ces risques en se fondant exclusivement sur les résultats d'études portant sur des animaux auxquels les substances considérées ont été administrées sans autres produits. Il convient en effet de tenir compte des phénomènes d'interactions (tant chimiques que biologiques) avec d'autres produits composant le régime alimentaire de l'homme, de l'état nutritionnel, des maladies intercurrentes ainsi que de l'existence de groupes de personnes particulièrement vulnérables.

40. Le dépôt de substances chimiques les feuilles et autres parties aériennes des plantes constitue une importante source de contaminations des aliments (1). Si les particules qui se déposent abondamment sur la surface des plantes peuvent être éliminées par un lavage soigneux ou éliminées au moment de la préparation des aliments, certaines substances pénètrent dans les tissus des plantes. Les résidus des pesticides faisant l'objet d'une application directe sur les parties aériennes des plantes peu de temps avant les récoltes ou après récolte, auront dans une certaine mesure pénétré dans les aliments au moment de la consommation. La fumigation des épices à l'aide de l'oxyde d'éthylène se traduit par la pénétration, dans les produits traités, de résidus de cette substance mutagène et de certains corps biologiquement actifs qui résultent de la réaction de cet oxyde. L'ingestion de pain préparé à partir de farines de blé et d'autres céréales contaminées lors de leur traitement par des fongicides à base de mercure d'alcyle, s'est traduite par une série d'empoisonnements dans un certain nombre de pays. La plus importante série d'empoisonnements a été enregistrée en Iraq où, en 1971 – 1972, sur plus de 6 000 personnes hospitalisées, plus de 500 sont mortes (2).

41. Les substances chimiques toxiques présentes dans le sol peuvent être absorbées par les racines de plantes consommées par l'homme ou les animaux. Ces substances peuvent provenir de polluants atmosphériques, qui s'infiltrent dans le sol sous forme sèche ou humide, des eaux d'irrigation contaminées ou de pesticides, d'engrais et de boues d'épuration utilisés en agriculture ainsi que du dépôt de déchets industriels toxiques. Sur les sites d'extraction et de traitement des minerais de cadmium, de zinc et de plomb peut se produire une grave pollution du sol. Les séries d'empoisonnements chroniques par le cadmium enregistrées au Japon au cours des années 40 (maladie de "Itai-itai") ont été provoquées par la consommation de riz et d'autres denrées gravement contaminées par du cadmium provenant d'eaux d'irrigation polluée par les effluents d'une mine de zinc (3). En Suède, d'après

certaines données, la teneur en cadmium du blé d'automne s'est accrue au cours de 50 dernières années, probablement en raison de la contamination du sol par le dépôt de polluants atmosphériques ou d'engrais phosphatés (4).

42. Les substances chimiques toxiques déversées intentionnellement ou accidentellement dans les cours d'eau, les lacs, les mers, etc., ou qui s'y déposent directement à partir de l'atmosphère ou par l'effet du ruissellement, peuvent entrer dans la chaîne alimentaire humaine par le biais des poissons et d'autres organismes aquatiques ou des plantes dont ceux-ci se nourrissent. Certaines substances chimiques se concentrent dans les organismes et/ou s'y transforment en d'autres composés. Ainsi, le mercure inorganique est transformé en mercure de méthyle qui s'accumule dans les organismes aquatiques et notamment dans les poissons carnivores tels que les brochets, les thons et les requins (5), qui ont les plus fortes concentrations. Le cadmium et le plomb sont concentrés dans les macroparticules qui sont ingérés par des mollusques comestibles tels que les moules et les huîtres (6). La pollution des cours d'eau, des lacs et des eaux littorales par des composés organochlorés tels que le DDT, les diphényles polychlorés et le toxaphène, ou les hydrocarbures et autres produits dérivés résultant des fuites, a eu pour effet d'accroître sensiblement la concentration de ces composés dans les poissons et les autres organismes aquatiques.

43. Les deux principales séries d'empoisonnements par le méthylmercure enregistrées dans la baie de Minamata et à Nigata (Japon) ont été causées par le déversement dans ladite baie et le fleuve Agano d'effluents industriels contenant ce produit ainsi que d'autres composés organiques du mercure; à ces rejets a succédé l'accumulation de mercure dans les poissons comestibles (2). Une teneur en méthylmercure de 50 à 30 000 fois supérieure à la concentration normale a été décelée dans les cadavres des pêcheurs japonais de Minamata (7). Les foetus, dont la sensibilité au méthylmercure est au moins 4 fois supérieure à celle des adultes, ont été contaminés par les composés organiques de mercure véhiculés par l'organisme maternel. Les globules rouges de certains nouveaux-nés de Minamata avaient une teneur en mercure excédant de 20 à 30 p. 100 la teneur en mercure des globules maternels. Un pourcentage anormalement élevé d'enfants était atteint à la naissance de malformations rares dont la fréquence d'apparition est habituellement inférieure à 1 p. 1000 (7).

44. Les poissons peuvent également accumuler les diphényles polychlorés (P.C.B.) qui peuvent passer dans le lait des vaches et les oeufs des volailles dont les aliments comportent de la farine de poissons contaminés par les P.C.B. La teneur en P.C.B. de la viande et des poissons utilisés comme aliments est généralement inférieure à 0,1 mg/kg, mais on a fait état de concentrations excédant 1 mg/kg dans dans le cas de poissons vivant dans des eaux polluées (8). La toxicité des P.C.B. peut se traduire par des sécrétions de l'oeil trop abondantes, des pigmentations et des éruptions cutanées ainsi que

des troubles des voies respiratoires. On s'est également aperçu que les P.C.B. provoquaient des cancers du foie chez les rats et les souris mais le doute demeure quant aux risques de carcinogenèse que font courir à l'homme les quantités de ces produits qu'il ingère habituellement.

45. Certaines bactéries présentes dans les denrées alimentaires produisent au cours de leur croissance des toxines qui sont parmi les plus toxiques des substances connues; il est difficile d'éviter que les aliments soient contaminés par ces organismes. Toutefois, pour éliminer ou réduire les risques présentés par certaines toxines on utilise la chaleur et l'on recourt à l'adjonction d'agents conservateurs tels que le sel et les nitrites. Les mycotoxines que produisent certaines moisissures sur les aliments au cours de leur croissance, constituent également une source virtuelle de contamination des denrées alimentaires et des aliments des animaux. Le gré de contamination varie considérablement et dépend des conditions dans lesquelles les plantes sujettes à contamination sont cultivées, récoltées et emmagasinées. Les cultures des régions très humides et chaudes, c'est-à-dire des régions tropicales et subtropicales, sont les plus sujettes à la contamination car l'humidité et la chaleur sont favorables au développement des toxines. Les cultures sur pied, après avoir été endommagées par des insectes ou d'autres agents, peuvent être infectées par des champignons qui produisent des toxines; les toxines peuvent également être produites avant ou après récolte ou durant le transport et l'entreposage des produits récoltés (9).

46. Les aflatoxines ont été décelées dans les arachides, le maïs et les noix, qui constituent l'essentiel du régime alimentaire dans certains pays, ainsi que dans d'autres aliments. Nombre d'espèces animales ont le foie endommagé par les aflatoxines et dans de nombreux pays le cheptel a été atteint de toxicoses provoquées par ces substances. Il ressort des données épidémiologiques recueillies au Kenya, au Mozambique, au Swaziland et en Thaïlande qu'une corrélation existe entre l'ingestion quotidienne d'aflatoxines, par le biais des aliments, et la fréquence des cancers du foie (10). Une épidémie de jaunisses, qui s'est traduite par une mortalité élevée, a été enregistrée dans plus de 150 villages au Nord-Ouest de l'Inde. Sur 994 personnes frappées par l'épidémie, 97 sont mortes. La consommation d'un maïs récemment récolté et entreposé dans de mauvaises conditions est probablement à l'origine des jaunisses, car il se peut que durant plusieurs semaines les personnes affectées aient été exposées à d'importantes quantités d'aflatoxines (9).

47. Les antibiotiques, les hormones et autres produits médicamenteux, sont très communément utilisés en médecine vétérinaire et dans l'élevage pour traiter ou prévenir certaines maladies infectieuses et autres ainsi que comme anabolisants (11 et 12). On peut retrouver des résidus de ces substances dans les aliments d'origine animale tels que la viande, le lait et les oeufs. Même si leur concentration en résidus est généralement très faible et ne présente

probablement que peu de risques pour la santé, l'homme est préoccupé par le risque de développement dans son organisme, ou dans celui des animaux domestiques, de souches de bactéries pathogènes résistantes aux produits antimicrobiens.

48. Les agents conservateurs et anti-oxydants pourraient se révéler intéressants du point de vue de la santé, car en enrayant la croissance des micro-organismes, pour les premiers, et l'oxydation des aliments, pour les seconds, ils préviennent le gaspillage des denrées. Les additifs alimentaires les plus communément utilisés ont fait l'objet de test toxicologique dans différents pays. Toutefois, il se pose certains problèmes, en particulier lorsque l'on cherche à évaluer les risques présentés par l'utilisation de certains additifs alimentaires, tels que les nitrites et l'anhydride sulfureux, qui peuvent réagir avec d'autres composés alimentaires. Certaines matières colorantes et certains agents conservateurs utilisés dans les aliments peuvent provoquer des allergies (asthme et urticaire) chez certaines catégories de personnes peu nombreuses (13). Les nitrates peuvent être réduits par les bactéries en nitrites, que ce soit dans les aliments, la cavité buccale, l'appareil digestif ou la vessie (14). Dans l'estomac se produisent des réactions entre les nitrites et les amines qui donnent des composés nitrosés. Il ressort d'études effectuées sur les animaux qu'un grand nombre de ces composés – les nitrosamines par exemple – sont cancérigènes, et il y a une forte probabilité pour que certaines des nitrosamines provoquent l'apparition de cancers chez l'homme (15).

49. Au cours de leur préparation, aux fins de commercialisation ou de consommation domestique, les aliments peuvent être contaminés par une variété des substances chimiques toxiques. La viande et le poisson frais ne contiennent aucune quantité décelable d'hydrocarbures aromatique polycycliques cancérigènes que l'on trouve dans le poisson fumé et la viande grillée (16). Outre ces hydrocarbures, les aliments fumés contiennent une grande variété de phénols et d'autres composés organiques provenant de la fumée (17). Au cours d'expériences bactériologiques, il est apparu que par le chauffage de protéines et de certains acides aminés on obtenait des composés mutagènes et, partant, potentiellement cancérigènes (18).

50. Les aliments en conserve peuvent être contaminés par les parois d'étain ou les soudures latérales au plomb; dans le premier cas le problème est résolu en revêtant l'intérieur des conserves de plastique, et dans le second, en recourant par exemple à la compression plutôt qu'à la soudure. La teneur en plomb des aliments en conserve peut parfois être de 5 à 20 fois supérieure à celle des denrées fraîches correspondantes ou à celle des aliments conditionnés différemment (19).

B. Problème posé

51. L'augmentation de la production et l'utilisation accrue de composés chimiques se traduisent par une exposition toujours plus grande de l'homme aux effets délétères de certaines substances. De très nombreuses recherches sont encore nécessaires pour découvrir les différentes voies empruntées par les substances chimiques toxiques dans l'environnement ainsi que leur point d'arrivée, leur cheminement dans les chaînes alimentaires et les risques qu'elles présentent pour la santé. S'agissant de nombreux produits chimiques, on ne sait toujours pas quels sont les risques d'une exposition de l'homme, la vie durant, à des très faibles concentrations de ces substances. De sérieux problèmes se posent encore aux pays en développement où les pertes après récolte entraînent un grave gaspillage des maigres ressources de ces pays. Pour prévenir ces pertes on peut recourir aux substances chimiques que l'on introduit ainsi dans les chaînes alimentaires; ce faisant, on remplace l'ancien problème par une nouvelle difficulté. Il s'agit là, une fois de plus, d'un domaine où un contrôle rigoureux des nouvelles techniques, avant leur adoption, peut se traduire par d'importantes économies.

52. En dépit des progrès enregistrés dans le domaine des techniques d'analyse, pour certaines substances chimiques toxiques, telles que les composés nitrosés non volatiles, des méthodes précises font défaut. Il faut également améliorer d'urgence les techniques d'échantillonnage ainsi que les méthodes de contrôle de la qualité utilisées par les laboratoires en ce qui concerne les analyses de denrées alimentaires. Des mécanismes éprouvés de contrôle des aliments sont également nécessaires à l'échelon national pour veiller à ce que la population ne consomme pas de produits dont la teneur en substances chimiques ou en polluants biologiques est inacceptable. En outre, il importe au plus haut point d'identifier les sources de pollution que l'on doit alors éliminer ou maîtriser. Enfin, une coopération internationale mieux conçue s'impose si l'on veut que de nouveaux accords soient conclus pour limiter le déversement de substances chimiques toxiques dans les cours d'eau ainsi que la pollution de l'atmosphère par ces produits qui peuvent influencer sur la production alimentaire ou atteindre des concentrations toujours plus grandes dans les aliments.

C. Principales mesures adoptées ou envisagées

53. La plupart des pays membre de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) ont pris des mesures pour limiter ou interdire la production et l'utilisation de substances chimiques à effets persistants telles que le DDT, l'aldrine, la dieldrine, les diphényles polychlorés (P.C.B.) et les composés de mercure d'alcyle. En conséquence, dans ces pays, la consommation des diphényles polychlorés était en 1978 dix fois in-

férieure à son volume de 1973 (20). Le programme spécial de contrôle des substances chimiques récemment mis en oeuvre, et auquel participent 13 pays de la Communauté économique européenne, vient s'ajouter aux mesures tendant à faciliter les interventions et à assurer l'harmonisation des politiques.

54. En 1962, l'OMS et la FAO ont créé la Commission du *Codex alimentarius* dont le principal objectif est la protection des consommateurs contre les dangers que présentent pour la santé les aliments. Le PNUE a appuyé les travaux de la Commission. Au titre du programme de surveillance des aliments destinés à l'homme et aux animaux, entrepris conjointement par la FAO, le PNUE et l'OMS, 20 instituts disséminés dans différents pays entreprennent des études sur les méthodes de surveillance de la contamination des produits pour l'alimentation animale. Le Système mondial de surveillance continue de l'environnement (GEMS) du PNUE a préparé en 1979, en collaboration avec la FAO et l'OMS, des principes directeurs concernant l'élaboration ou le renforcement des programmes nationaux de surveillance de la contamination des aliments. Au nombre des autres activités figure le projet FAO/PNUE/OMS relatif aux mycotoxines, dans le cadre duquel deux bourses de perfectionnement ont été attribuées aux fins de formation aux problèmes posés par les mycotoxines et deux ateliers de formation organisés (21 et 22).

55. Bien que de nombreux organismes de contrôle aient imposé, aux échelons national ou régional, des limites en matière de résidus, la contamination des aliments par les résidus de pesticides continue de préoccuper la communauté internationale. Les réunions conjointes de Groupe d'experts de la FAO sur les résidus de pesticides dans les denrées alimentaires et l'environnement et du Groupe d'experts de l'OMS sur les résidus de pesticides ont permis d'enregistrer de grands progrès en fournissant des évaluations dans le domaine de la toxicologie; celles-ci ont permis au Comité des résidus de pesticides du *Codex* de recommander des normes mondiales en la matière. Des études sur les résidus de pesticides dans les denrées et le régime alimentaires sont menées à bien dans de nombreux pays (23).

56. Dans le cadre de son programme des mers régionales, le PNUE collabore avec la FAO et d'autres organismes aux activités de surveillance des concentrations de mercure, de cadmium, de DDT, de P.C.B. et d'hydrocarbures chlorés dans les organismes vivants en Méditerranée et dans les mers d'Asie orientable (24 et 25). Le programme prévoit également des recherches sur les effets de ces produits et d'autres polluants sur les organismes et écosystèmes marins.

57. Le programme relatif aux critères d'hygiène de l'environnement entrepris par l'OMS avec l'appui du PNUE a abouti à la publication d'un certain nombre de documents concernant lesdits critères qui fournissent des renseignements sur les rapports entre l'exposition à des polluants déterminés

et ses incidences sur la santé de l'homme. Des renseignements sur les substances toxiques et leurs caractéristiques figurent au Registre international des substances chimiques potentiellement toxiques (RISCPT), dont la création par le PNUE remonte à 1976. Récemment, l'OMS a élaboré un programme international de sécurité des substances chimiques ayant pour objet l'évaluation des effets des substances chimiques sur la santé ainsi que l'élaboration de lignes directrices concernant les limites d'exposition. L'OIT et le PNUE collaborent à ce programme.

D. Conclusions

58. Outre le contrôle du rejet des effluents, de nombreuses autres mesures peuvent être prises pour réduire la teneur en substances chimiques toxiques des denrées alimentaires. L'on pourrait ainsi contrôler la production, l'utilisation et l'élimination des pesticides, remplacer les pesticides à effets persistants actuellement utilisés par des pesticides moins nocifs pour l'environnement et peu susceptibles de s'accumuler dans les chaînes alimentaires, réduire l'utilisation des pesticides chimiques en recourant de plus en plus à des méthodes de lutte contre les parasites faisant appel à l'écologie et à la connaissance de l'habitat des produits médicamenteux utilisés dans l'élevage et veiller à l'application stricte des législations sur les délais d'observation précédant l'abattage, fournir des renseignements aux agriculteurs sur les techniques permettant d'améliorer les récoltes, leur séchage et leur entreposage en vue de prévenir leur contamination par les toxines ainsi que sur les méthodes permettant de tirer le meilleur parti des engrais azotés afin de réduire la pollution des eaux potables par les nitrates, mettre au point des techniques de mise en conserve et de conditionnement permettant de prévenir la contamination des denrées et améliorer les techniques de conditionnement des aliments de façon à réduire l'utilisation des additifs dont l'intérêt pour le consommateur est sujet à caution. Parallèlement à ces mesures, il importe de procéder à des recherches permettant de comprendre les mécanismes de migration, de transformation et de concentration des polluants dans les chaînes alimentaires. Il convient également d'étudier les effets de ces polluants sur la santé de l'homme en vue de mettre au point des systèmes de surveillance et des méthodes de lutte plus efficaces.

BIBLIOGRAPHIE

1. H. Lorenz, "Binding forms of toxic heavy metals, mechanisms of entrance of heavy metals into the food chain, and possible measure to reduce levels in foodstuff" *Ecotoxicology and environmental safety*, Vol. 3 (1979), pp. 47-58.
2. *Critères d'hygiène de l'environnement. 1. Mercure* (Organisation mondiale de la santé, Genève, 1976).
3. *Environmental Health Criteria for Cadmium: Interim Report*: (Geneva, World Health Organization, 1979).

4. T. Kjellström, B. Lind, L. Linnman and C-G Elinder, "Variations of cadmium concentration in Swedish wheat and barley", *Arch. Environ. Health*, Vol. 30 (1975), pp. 321 – 328.
5. SCOPE, Methyl Mercury: Critical Groups and Sources of intake. Appendix D in *Environmental Issues, SCOPE Report 10*, M.W. Holdgate and G.F. White, ed.. (London, John Wiley & Sons, 1977).
6. Ministry of Agriculture Fisheries and Food, Working Party on the Monitoring of Foodstuffs for Heavy Metals, Fourth Report: Survey of Cadmium in food, (London, Her Majesty's Stationery Office, 1973).
7. P.A. D'itri and F.M. D'itri, *Mercury Contamination; A Human Tragedy* (New York, John Wiley and Sons, 1977).
8. *Critères d'hygiène de l'environnement. 2. Diphényles et Triphényles polychlorés* (Organisation mondiale de la santé, Genève, 1976).
9. *Critères d'hygiène de l'environnement. II. Mycotoxines* (Organisation mondiale de la santé, Genève, 1979).
10. C.A. Linsell and F.G. Peers, "Aflatoxin and Liver cell cancer" *Trans. Royal Soc. Trop. Med. and Hyg.* Vol. 71 (1977), pp. 471 – 473.
11. *The effects on human health of subtherapeutic use of antimicrobials in animal feeds* (Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1980).
12. *Anabolic Agents in Animal Production: FAO/WHO Symposium Rome, March 1975* (Thieme, Stuttgart, 1976).
13. G. Michaelsson and L. Juhlin, "Urticaria induced by preservatives and dye additives in food and drugs" *Brit. J. Dermatol.*, Vol. 88 (1973), pp. 525 – 532.
14. S.R. Tannenbaum, D. Fett, V.R. Young, P.D. Land and W.R. Bruce, "Nitrite and nitrate are formed by endogenous synthesis in the human intestine" *Science*, Vol. (1978) pp. 1478 – 1489.
15. C.E. Searle, "Chemical carcinogens", Amer. Chem. Soc. Monograph 173, Washington, D.C., 1976.
16. M-T Lo and E. Sandi "Polycyclic aromatic hydrocarbons (polynuclears) in food" *Residue Reviews*, Vol. 69 (1978), pp. 85 – 86.
17. J. Gilbert and M. Knowles, "The chemistry of smoked foods: a review", *J. Fd. Technol.*, Vol. 10 (1975), pp. 245 – 261.
18. M. Nagao, M. Honda, Y. Seino, T. Yahagi, T. Kawachi and T. Sugimura, "Mutagenicities of protein phytyllysates", *Cancer Letters*, Vol. 2 (1977), pp. 335 – 340.
19. L. Jorhem and S.A. Slorach, "Tin cans – source of tin and lead in foodstuffs", *Var foda*, Vol. 31 (1979), pp. 173 – 191.
20. OCDE, *The State of the Environment in OECD Member Countries* (Paris, Organization for Economic Co-operation and Development, 1979).
21. FAO/WHO, *Codex Alimentarius Commission* (Rome, Food and Agriculture Organization, ALINORM 79/8, 1979).
22. FAO/OMS/PNUE, *Lutte contre la contamination environnementale des aliments: mycotoxines* (Organisation mondiale pour l'alimentation et l'agriculture, W/L5728, Rome, 1978).
23. J.A. Raymond Bates, The Evaluation of Pesticides Residue in Food: Procedures and Problems in Setting Maximum Residues Limits, *J.Sc. Food Agric.*, Vol. 30 (1979), pp. 401 – 416.
24. FAO, Rapport de la consultation d'experts FAO (GFCM)/PNUE relative au projet commun coordonné sur la pollution en Méditerranée, Cirsc. gen. Fish; Mediterr., 7, (Rome, FAO, mai, 1978).
25. FAO/UNEP, *Proposal for Monitoring Studies on the Contamination of the East Asian Seas by Trace Metals and Organochlorines* (Manila, South China Sea Fisheries Development and Co-ordinating Programme, UNEP/WG. 41/INF. 13, 1980).

IV. ECONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT

59. C'est sur la production que sont fondés l'existence et le développement des sociétés humaines. Les besoins de l'homme ne cessent d'augmenter et pour les satisfaire l'homme établit des rapports d'interdépendance avec l'environnement qu'il modifie de diverses façons, les résultats de son activité sont tantôt positifs, tantôt négatifs. Les ressources naturelles de l'environnement telles que l'eau, les sols, et les règnes végétal et animal, constituent le patrimoine dont l'homme dépend pour satisfaire ses besoins.

60. Récemment encore, on pouvait exploiter abusivement les terres et les ressources naturelles et les déchets pouvaient être déversés librement dans l'atmosphère et les cours d'eaux et les mers qui n'appartenaient à personne. On pensait que les ressources naturelles étaient inépuisables car nombre d'entre elles se reconstituaient. Toutefois, les hommes ont récemment pris conscience du fait que la reconstitution des ressources est un processus plutôt lent et complexe et que les richesses surexploitées s'amenuisent rapidement et finissent par disparaître. On a également découvert que la capacité d'assimilation de l'air et de l'eau n'était pas infinie et que ces deux éléments avaient une capacité-limite; il convenait donc d'adopter des mesures pour lutter contre la pollution afin de préserver l'environnement et la qualité de la vie.

61. Il importe donc, si l'on veut parvenir à un développement soutenu, de procéder à l'évaluation des coûts et des avantages, du point de vue de l'environnement, de tout processus de développement. Ce n'est pas là une tâche aisée. Si l'on peut aisément déterminer certaines incidences du développement sur l'environnement et les quantifier, il n'en va pas de même pour d'autres. Toutefois, bien que nécessairement limitée, l'analyse économique, dans l'optique de l'environnement, des incidences d'autres modes de développement est importante car elle permet de prendre conscience de fait qu'il ne faut pas user des ressources naturelles comme de marchandises gratuites. Une gestion rationnelle de l'environnement devrait reposer sur le principe selon lequel il convient d'éviter le gaspillage des ressources et la pollution. Il est beaucoup plus rationnel, et certainement plus efficace, de procéder ainsi plutôt que d'avoir à remédier aux dégradations de l'environnement après coup.

A. Faits et chiffres

62. L'exploitation des ressources occasionne des dommages à l'environnement et les efforts déployés pour y remédier se traduisent par des dépenses. Le débat sur l'économie de l'environnement auquel on assiste depuis quelques années porte en grande partie sur le fait que les personnes qui souffrent des dommages occasionnés à l'environnement ne sont pas nécessairement celles qui bénéficient des activités ayant provoqué lesdits dommages et sur le fait qu'il convient de veiller à ce que le coût des mesures visant à prévenir des dommages inacceptables soit à la charge de ceux qui tirent parti des activités susceptibles de les provoquer.

63. Les données les plus sûres dont on dispose et qui permettent de chiffrer certains dommages, ont trait au déversement d'hydrocarbures dans les mers, aux catastrophes industrielles et aux inondations. Ainsi, on a estimé que le coût du nettoyage d'un baril de pétrole déversé dans la mer (1) s'élevait à 1000 dollars des Etats-Unis. En 1974, une déchirure de 8 m s'est produite dans la paroi d'une citerne géante de la raffinerie de Mizushima, située sur la mer intérieure du Japon, et environ 50 000 barils d'hydrocarbures se sont répandus dans la mer. Le montant total des dommages occasionnés par ce déversement d'hydrocarbures et le coût des opérations de nettoyage se sont élevés à environ 160 millions de dollars des Etats-Unis (2 et 3). L'accident survenu à l'usine chimique de Seveso (Italie) a occasionné des dommages évalués à 150 millions de dollars des Etats-Unis. Le montant des dépenses de réfection de la centrale nucléaire de Three Mile Island, endommagée en 1979, s'élève, d'après les estimations, à plus de un milliard de dollars.

64. En l'absence d'accident, d'importantes quantités de polluants diffusent néanmoins dans l'environnement par suite des activités de l'homme. Plusieurs études visent à évaluer le coût des dommages occasionnés par cette forme de pollution, savoir: perte de production provoquée par les maladies ou les décès, dépenses de santé, pertes agricoles et diminution de la productivité. Le montant des dommages dus à la pollution de l'atmosphère oscillerait, aux Etats-Unis d'Amérique, entre 2 et 35 milliards de dollars par an (4). D'une façon générale, dans les pays développés, le coût des dommages occasionnés par la pollution varie entre 3 et 5 p. 100 du PNB; en valeur absolue le coût n'a cessé d'augmenter entre 1980 ou, au mieux, s'est stabilisé. Il ressort d'une étude effectuée en France sur 24 polluants, qu'en 1978 le coût des dommages occasionnés par la pollution représentait entre 3,4 et 4,2 p. 100 du PNB. Les coûts des dommages dus à la pollution atmosphérique et aux nuisances acoustiques (5) représentaient respectivement 25 p. 100 de ce montant. Il a également été fait état de chiffres du même ordre en ce qui concerne le Canada, l'Italie et le Royaume-Uni de Grande Bretagne et d'Irlande du

Nord. Dans une récente étude menée à bien en Union soviétique, on estime que la pollution atmosphérique a entraîné des dépenses de santé et une perte d'efficacité évaluées à 38 dollars des Etats-Unis par habitant et qu'elle a occasionné des dommages aux cultures et aux pâturages d'un montant de 130 à 135 dollars par hectare (6).

65. Des dommages peuvent également être occasionnés au cours du développement, du fait de la destruction de certains types de ressources renouvelables telles que les immenses forêts tropicales, en voie de disparition, la dégradation des sols résultant de leur salinisation, l'utilisation de techniques culturales inadaptées sur les terres marginales, etc (7). Quelque 30 millions de km², soit 19 p. 100 des terres émergées, sur lesquels vit une population d'environ 80 millions d'habitants, sont menacés de désertification et partant de pertes considérables sur les plans économique et humain (8).

66. Il convient de noter que l'évaluation du coût des dommages résultant d'une utilisation irrationnelle des ressources naturelles et/ou de la pollution, est loin d'être précise. Souvent, les mêmes causes ne produisent pas les mêmes effets et ceux-ci diffèrent selon le moment, le lieu ou la société touchée. On ne sait pas exactement quelles sont les incidences physiques, biologiques et socio-économiques des grands projets de développement et, si l'on peut quantifier certaines d'entre elles, d'autres ne peuvent l'être. C'est le cas des paysages et monuments historiques menacés d'atteintes irréversibles. Même s'il était possible de prévoir toutes les incidences et de déterminer leur degré de probabilité, l'on se heurterait toujours à la difficulté soulevée par leur évaluation. Imaginons par exemple les difficultés soulevées par l'évaluation des individus. Dans l'optique économique traditionnelle ce prix équivaut, pour une personne donnée, au montant escompté des ses revenus. Très vite les difficultés soulevées par ce type d'indice apparaissent. D'une part, on sous-estime les membres de la société sous-payés et l'on néglige tous ceux qui ne disposent d'aucun revenu. D'autre part, l'on ne tient pas compte du fait que la mort d'une personne peut avoir sur les rapports qu'elle entretenait avec ses proches, des effets beaucoup plus profonds que toute perte financière quantifiable.

67. Tout comme les dommages, les avantages sont difficiles à évaluer. Certains, comme les profits que réalise l'industrie en vendant ses produits, les recettes d'exportation d'un pays ou les emplois créés, peuvent être appréhendés directement et sont évidents. Mais, d'autres éléments importants tel que l'enrichissement des individus s'adonnant à des activités intéressantes sont aussi des avantages.

68. Dans les pays développés le coût des politiques relatives à l'environnement représente, d'après les estimations, de 1 à 2 p. 100 du PNB (9).

Les dépenses sont consacrées, pour la plupart, au financement des mesures tendant à réduire la pollution et à préserver les ressources naturelles. Dans les pays en développement, les dépenses sont bien moins élevées et principalement consacrées à l'approvisionnement en eau potable et à l'hygiène. Le montant des crédits consacrés à la lutte contre la pollution varie d'un pays en développement à l'autre mais, pour lutter efficacement contre ce fléau, les pays du Tiers Monde devraient consacrer à cette entreprise entre 0,5 et 1 p. 100 de leur PNB (10). Ces chiffres doivent être confrontés aux chiffres correspondants des pays en développement où le montant des dommages occasionnés représente de 3 à 5 p. 100 du PNB (voir par. 64 ci-dessus).

69. Le coût des politiques relatives à l'environnement est d'ordinaire plus que compensé par les avantages résultant d'une limitation des dégâts. Ainsi, d'après les estimations, en matière de santé, une réduction de 60 p. 100 de la pollution atmosphérique permettrait aux Etats-Unis d'Amérique, d'épargner chaque année 40 milliards de dollars (11). D'après les estimations de la *Environment Protection Agency* des Etats-Unis, la réduction de 12 p. 100 des seuls polluants solides enregistrée de 1970 à 1977, a permis aux services de santé d'économiser 8 milliards chaque année, alors qu'en 1977 le montant total des dépenses au titre de la lutte contre tous les types de polluants atmosphériques émis par des sources fixes (les principales sources de polluants solides), s'élevait à 6,7 milliards de dollars (11). Dans les pays en développement, le coût des mesures visant à améliorer la qualité de l'environnement et à préserver les ressources naturelles, est amplement compensé par les avantages que tire la société de ces mesures. Ainsi, la mise en place de systèmes d'adduction d'eau potable ou d'évacuation des eaux usées permettrait, aux pays du Tiers Monde, de réduire la fréquence des maladies infectieuses telles que la typhoïde, la dysenterie, le choléra, la schistosomiase, etc, de 50 à 60 p. 100, voire plus (12). Cette amélioration de la santé permettrait non seulement d'accroître la productivité des individus et le nombre d'heures de présence sur les lieux de travail (résultat qui contribuerait à augmenter le PNB) mais également de réduire les dépenses au titre des biens et services fournis par le secteur médical dont la plupart sont importés.

70. Le fait que dans certains pays l'on ait pris conscience des problèmes écologiques et que l'on ait adopté des mesures rigoureuses de surveillance de l'environnement, a favorisé la mise au point de nouvelles techniques comme par exemple le recyclage des déchets ainsi que l'adoption de techniques peu ou non polluantes. A l'aide de ces techniques, l'on devrait pouvoir faire des économies substantielles. Ainsi, en Norvège, des mesures rigoureuses de lutte contre la pollution atmosphérique ont abouti à l'adoption d'innovations en ce qui concerne la production de ferrosilicium qui ont entraîné une réduction des coûts de production de 8 à 12 p. 100. En Suède, l'industrie de la pâte à papier a substitué le procédé au sulfate au procédé au sulfite et procédé au recyclage des eaux usées; il s'ensuit une réduction de la consommation d'eau, du coût de la production et du volume des déchets rejetés. Dans plusieurs autres pays – Chine, Etats-Unis d'Amérique, Finlande, France, etc. - la même tendance est apparue (9).

71. Par ailleurs, les législations relatives à l'environnement et l'interdiction de produire et de commercialiser certains produits ont influé sur les échanges ainsi que sur le choix des emplacements réservés à certaines industries. Ainsi, aux Etats-Unis d'Amérique, un certain nombre d'instances ont entrepris de dissuader des industries de choisir certains emplacements et de procéder à de nouveaux investissements, car il ressortait d'une analyse implicite de coût-utilité que les incidences défavorables qui en résulteraient pour l'environnement étaient plus importantes que les avantages économiques présents et futurs qu'ils présentaient. Les projets les plus touchés concernent des installations très polluantes, des centrales et notamment des centrales nucléaires, des autoroutes et des aéroports (13).

72. Les industries auxquelles on interdit certains sites, pour des raisons d'ordre environnemental, ont la possibilité de s'installer ailleurs dans un même pays ou à l'étranger ce qui, nécessairement se traduira par un redéploiement aux échelons international et local (14).

73. Bien que le redéploiement des industries dans les pays en développement s'explique principalement par des réalités économiques — main-d'œuvre bon marché, ressources naturelles, etc. — dans certains cas ce sont des considérations d'ordre environnemental qui ont prévalu. Ainsi, l'industrie japonaise de l'aluminium a tendance à implanter ses nouvelles installations à l'étranger pour ces mêmes raisons et parce que les pays hôtes qui sont des pays en développement (13) lui fournissent les matières premières nécessaires ainsi qu'une énergie électrique moins onéreuse. L'industrie du pétrole, qui éprouve des difficultés à implanter des raffineries sur des sites excluant toute menace pour l'environnement, a été contrainte de porter ses regards vers l'étranger et notamment vers l'Indonésie (13). Aux Etats-Unis d'Amérique une tendance se fait jour qui consiste à réinstaller les industries de l'amiante, du mercure et des engrais ainsi que d'autres industries présentant une menace pour l'environnement (les usines produisant de l'amiante ont été installées au Mexique et au Brésil) (15). Il se peut d'ailleurs que dans certains cas la réinstallation d'industries polluantes dans les pays en développement contribue à accroître leur PNB; cependant, avant d'opter pour cette pratique il convient d'étudier soigneusement les incidences défavorables de la pollution sur d'autres secteurs économiques ainsi que sur la productivité des hommes (11).

B. Problème posé

74. Nombre d'incidences sur l'environnement des activités humaines ne peuvent être évaluées d'un point de vue économique. Toutefois, une évaluation de ce type, même peu précise, est nécessaire du moins en ce qui concerne certains des impacts les plus tangibles de diverses politiques sur la qualité et le volume des ressources naturelles. Elle permet en effet de prendre des décisions en connaissance de cause. Même lorsque l'on ne peut quantifier

certaines incidences, il est utile de déterminer les avantages et les désavantages des différentes politiques.

75. Toutefois, nos connaissances sur les incidences de nombreuses activités sur l'environnement sont insuffisantes et d'importantes recherches sont nécessaires pour savoir ce qu'il advient des polluants et déterminer leurs effets. En l'occurrence, le vieil adage "Prévenir vaut mieux que guérir" est fort pertinent: il vaut mieux investir aujourd'hui afin de mieux connaître les incidences des polluants sur l'environnement et prendre des mesures sur la base de données plus fiables plutôt que d'attendre le moment où l'on ressentira les effets des polluants et où l'on devra prendre des mesures pour remédier aux dommages occasionnés, s'il en est encore temps.

76. Le redéploiement des industries et de la capacité de production, pour des raisons d'ordre environnemental, devrait être évalué soigneusement car il s'agit d'un processus complexe qui provoque des effets d'entraînement en amont et en aval et dont les incidences n'apparaissent qu'à long terme. La justification du redéploiement ne devrait pas être exclusivement d'ordre économique car il est d'autres considérations telles que la préservation de la qualité de l'environnement ainsi que une utilisation rationnelle des ressources naturelles excluant tout gaspillage dont il conviendrait également de tenir compte.

C. Principales mesures adoptées ou envisagées

77. Plusieurs éléments du programme du PNUE ont directement trait à l'économie de l'environnement (évaluation des incidences des différents polluants, l'environnement et le développement, les techniques rationnelles du point de vue de l'environnement, etc.). Plus précisément, le PNUE a convoqué une série de réunions en 1979 et 1980 consacrées à l'application des méthodes d'analyse de coût-utilité aux activités de développement. Au titre d'un projet conjoint PNUE/PNUD, des principes directeurs ont été élaborés, en collaboration avec la FAO et d'autres institutions spécialisées, concernant un certain nombre d'activités (industrie du papier et de la pâte à papier, tourisme des régions côtières, irrigation des zones arides et semi-arides).

78. L'OCDE s'intéresse particulièrement aux interactions entre l'économie et les politiques environnementales. L'on procède actuellement à une réévaluation des incidences des mesures visant à protéger l'environnement sur l'emploi, l'inflation, la productivité et la balance des paiements, compte tenu des conditions économiques présentes et prévisibles. Dans les pays membres de l'OCDE on rassemble et on analyse des données relatives aux coûts des mesures de lutte contre la pollution qui permettent des comparaisons à l'échelon international.

79. En 1980, les chefs des secrétariats du PNUE, du PNUD, de la Banque mondiale, de la Commission des communautés européennes, de l'Organisation des Etats américains et de cinq banques de développement régional ont adopté une déclaration sur les politiques et procédures relatives à l'environnement touchant le développement économique. La déclaration souligne qu'il importe d'intégrer les mesures adoptées en matière d'environnement au stade de la conception et du lancement des activités de développement économique, d'entreprendre une analyse de coût-utilité des différents projets dans l'optique de l'environnement, de former le personnel nécessaire et de diffuser les résultats des recherches et les données relatives à l'aspect écologique des activités économiques.

80. En collaboration avec le PNUE, la CNUCED a mené à bien une étude sur les barrières commerciales et les restrictions à la liberté du commerce découlant des politiques adoptées en matière d'environnement. Le PNUE, au titre de son programme relatif à l'industrie, l'ONUDI, l'AIEA, l'OCDE et d'autres organisations procèdent également à une étude sur le choix des emplacements des industries.

D. Conclusions

81. On dispose de nombreux éléments de preuve attestant que l'amélioration de la qualité de l'environnement s'est traduite par de nombreuses retombées qui, dans la plupart des cas, n'ont eu aucun effet négatif sur le plan économique. Au nombre des incidences des politiques adoptées en matière d'environnement figurent la réduction de la mortalité et de la morbidité, l'accroissement de la productivité, l'adoption d'innovations techniques et le développement des commodités.

82. L'économie de l'environnement est une discipline importante précisément parce qu'elle permet de poser les problèmes d'environnement en des termes qui facilitent la prise de décisions. Elle permet surtout d'accorder aux questions d'environnement le même degré de priorité qu'aux autres et, de ce fait, de mieux en saisir l'importance. Nul doute cependant, qu'il ne soit difficile d'évaluer avec exactitude les avantages et désavantages, du point de vue de l'environnement, des différentes mesures ou activités; certaines réalités — et cela est évident pour la vie — ne peuvent être aisément quantifiées. Il est tout aussi difficile d'appliquer les décisions prises en matière d'environnement, notamment lorsqu'elles ont trait à des ressources internationales partagées. La pollution transfrontière, qu'elle résulte de la migration des polluants par les voies d'eau internationales ou de leur diffusion dans l'atmosphère, soulève des problèmes qu'il est difficile d'analyser mais peut aussi amener à prendre des décisions d'une application malaisée.

83. Il est probable, du point de vue économique, que les avantages découlant du redéploiement, pour des raisons écologiques, de la capacité de production, seront importants. Dans un premier temps, il y aura apport de capitaux, puis transfert de biens d'équipement associé au transfert des techniques et des connaissances spécialisées en matière de gestion. Dans le domaine de l'emploi le redéploiement sera intéressant pour les pays hôtes. La transformation des matières premières interviendra plus près de leur source, notamment dans les pays en développement, ce qui entraînera une augmentation de la valeur moyenne des exportations. Cependant, il se pourrait que la surexploitation des ressources naturelles et/ou les dommages occasionnés à l'environnement l'emportent sur les avantages que le redéploiement présente pour l'économie des pays hôtes. En conséquence, il conviendrait d'évaluer soigneusement toutes les possibilités de redéploiement afin de choisir des emplacements industriels propres à assurer les conditions les plus propices à la croissance et qui présentent le minimum de risques de dégradation de l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

1. EPA, *Energy/Environment Fact Book*, EPA-600/9-77 041, (Washington, D.C., 1978).
2. C.W. Nicol, *The Mizushima Oil Spill*. (Environment Canada, Report EPS-8-EC-76-z, 1976).
3. Y. Hiyama, *Survey of the Effects of the Seto Inland Sea Oil Spill in 1974*. 1979 Oil Spill Conf. p. 699. (American Petrol Institute, 1979).
4. Council on Environmental Quality, *Sixth Annual Report*, p. 517, (Washington, D.C. 1975).
5. J. Theys, *Environmental assessment of socio-economic systems*. (Plenum Publ. Corpor., 1978).
6. O.F. Balazkii, *Economics of pure air*, (Kiev, USSR, Nankara Dunika, 1979).
7. A.V. Kneese, *Economics and the Environment*, (New York, Penguin Books, 1977).
8. Conférence des Nations Unies sur la Désertification. Résumé, Plan d'action et Résolutions (Nations Unies, New York, 1978).
9. Plaquette sur l'économie de l'environnement (Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Paris, 1980).
10. W. Leontieff, *The Future of the World Economy* (New York, United Nations, 1977).
11. Council on Environmental Quality, *The Global 2000 Report to the President*, p. 423 (Washington, D.C., CEQ, 1980).
12. R.J. Saunders and J.J. Warford, *Village Water Supply* (Washington, D.C., The World Bank, 1976).
13. I. Walter, *International Economics of Pollution*, (London, McMillan, 1975).
14. I. Walter, *Environmental Management and Optimal Resource Use*, in "Das Umweltproblem in Okonomischer Sicht", H. Giersch, ed., (Mohir Venlog, Tubingen, 1974).
15. M. Potier, *Les Implications Economiques de la lutte contre la pollution*. Annales des Mines, August (1979).

