



NATIONS UNIES
CONSEIL ÉCONOMIQUE ET SOCIAL

Distr.
LIMITÉE

E/CN.14/NRSTD/E/8
3 mars 1976

FRANCAIS
Original : ANGLAIS

COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'AFRIQUE
Deuxième Réunion africaine sur l'énergie
Accra (Ghana) 1-12 mars 1976

EFFETS DE L'EXPLOITATION ET DE L'UTILISATION
DE L'ENERGIE SUR L'ENVIRONNEMENT EN AFRIQUE
(Document établi par le secrétariat de la CEA)

TABLE DES MATIERES

	<u>Paragraphes</u>	<u>Page</u>
I. INTRODUCTION - - - - -	1 - 6	1
II. REMARQUES GENERALES - - - - -	7 -27	2
Les pays en voie de développement et les problèmes d'environnement - - - - -	7 -17	2
L'énergie et l'environnement - - - - -	18 -23	4
Action internationale - - - - -	24 -25	6
Conséquences économiques - - - - -	26 -27	6
III. LES SOURCES DE POLLUTION - - - - -	28 -66	7
Charbon - - - - -	28 -34	7
Pétrole - - - - -	35 -44	8
Gaz naturel - - - - -	45 -46	10
Energie - - - - -	47 -50	11
Les hydrosystèmes - - - - -	51 -55	11
Bois et dérivés du bois - - - - -	56 -59	12
Production d'énergie électrique - - - - -	60 -65	13
Le secteur des transports - - - - -	66	14
IV. QUELQUES MESURES DE CORRECTION, DE PROTECTION ET DE REGLEMENTATION - - - - -	67 -84	15
Charbon - - - - -	68	15
Pétrole - - - - -	69 -73	15
Production d'électricité - - - - -	74 -84	16

TABLE DES MATIERES (SUITE)

							<u>Paragraphes</u>	<u>Page</u>
V.	EFFETS BIOLOGIQUES ET SANITAIRES	-	-	-	-	-	85-106	18
	Généralités	-	-	-	-	-	85- 89	18
	Effets sur la santé	-	-	-	-	-	90- 95	19
	Effets du pétrole sur l'environnement marin	-	-	-	-	-	96-103	20
	Effets biologiques de la construction des oléoducs	-	-	-	-	-	104-106	22
VI	QUELQUES CONSIDERATIONS DE POLITIQUE GENERALE	-	-	-	-	-	107-121	23
	Le choix des instruments de politique générale	-	-	-	-	-	111	24
	Contrats et action justice	-	-	-	-	-	112	24
	Règlements	-	-	-	-	-	113-114	24
	Subventions	-	-	-	-	-	115-117	25
	Les investissements publics	-	-	-	-	-	118	26
	Problèmes à considérer	-	-	-	-	-	119-121	26
VII.	L'ENVIRONNEMENT - RECHERCHES ET SURVEILLANCE NECESSAIRES	-	-	-	-	-	122-131	27
VIII.	RESUME ET CONCLUSIONS	-	-	-	-	-	132-144	29

I. INTRODUCTION

1. L'énergie est indispensable à la plupart des formes d'activité industrielles et commerciales et cette vérité est universellement reconnue. La consommation d'énergie accuse depuis quelque temps en Afrique un accroissement rapide, dû en partie à un glissement au détriment des formes d'énergie non commerciales stimulé par une augmentation des revenus, spécialement dans les zones urbaines et par un élargissement de l'industrialisation et en partie à l'accroissement démographique. Une augmentation de la consommation d'énergie commerciale est prévue en Afrique, malgré la hausse récente, extrêmement forte des prix du pétrole brut, qui occupe la plus grande place dans la consommation d'énergie commerciale. L'accroissement démographique entraînera aussi un accroissement de la consommation d'énergie, commerciale et non commerciale. Cette évolution se traduira sans aucun doute par une aggravation de la dégradation de l'environnement.
2. Alors que, théoriquement, l'utilisation de l'énergie doit avoir pour effet une amélioration de la qualité de la vie, la prospection, la production, l'extraction, la transformation, le transport et l'utilisation de l'énergie sont à l'origine, dans une certaine mesure, de la grave dégradation de la qualité de l'environnement, particulièrement dans les zones de concentration industrielle. De grandes quantités d'anhydride sulfureux, d'oxydes d'azote, d'oxyde de carbone et de particules sont rejetées dans l'atmosphère et dans les systèmes hydrauliques à la suite de ces activités et de la production d'électricité avec des combustibles fossiles, le charbon le plus souvent et dans une mesure moindre le pétrole et le gaz naturel. De plus grandes quantités de chaleur sont également dégagées dans l'atmosphère et dans les systèmes hydrauliques. La dégradation de l'énergie provient aussi des boues, du drainage acide des mines de charbon et des autres déchets produits par l'extraction du charbon à ciel ouvert ou dans des galeries souterraines. L'utilisation répandue du bois et des dérivés du bois entraîne le déboisement avec ses conséquences diverses sur le sol, la nappe phréatique et les caractéristiques climatiques générales des zones déboisées. Les véhicules automobiles sont une autre source de dégradation pour l'environnement, en raison surtout des émissions d'oxyde d'azote et d'oxyde de carbone.
3. Les polluants ont des effets nuisibles sur la vie végétale et animale, sur les êtres humains également. La chaleur résiduelle dégagée dans les systèmes hydrauliques ont des effets biologiques néfastes sur les écosystèmes marins, de même que les écoulements de pétrole dans les océans. Quelques-unes de ces sources de pollution et leurs effets sur la vie et la santé sont examinés ci-après.
4. Le niveau et l'étendue de la dégradation de l'environnement peuvent être réduits dans une large mesure grâce à un certain nombre de mesures de protection et à des règlements à l'occasion de la prospection, de la production, de l'extraction, de la transformation, du traitement, du transport et de l'utilisation de l'énergie.
5. Les problèmes d'environnement dans les pays en voie de développement sont dus à l'insuffisance du niveau du développement et aux problèmes même du développement proprement dit. Les pays en voie de développement ont tendance à se préoccuper davantage des premiers, mais la nécessité d'accorder une attention sérieuse aux derniers est examinée plus loin et, à la lumière des conclusions atteintes, certaines considérations de politique générale concernant l'environnement seront suggérées,

dont un bref examen des problèmes à envisager en fonction d'un certain nombre d'instruments d'ordre politique. On insistera également sur la nécessité de recherches fondamentales pour la détermination et la solution des problèmes particuliers et la nécessité de recueillir des statistiques de base, des renseignements et des données d'expérience en provenance des autres pays.

6. Les mesures d'ordre politique, les instruments administratifs, la surveillance, les recherches, le rassemblement de renseignements, etc. donneront lieu à un accroissement des dépenses au fur et à mesure que les contraintes dues à l'environnement deviendront plus rigoureuses, le surcroît de dépenses entraînant obligatoirement une hausse des frais de production de l'énergie. On estime que la meilleure solution est de progresser jusqu'au point où le coût d'une réduction plus poussée des dégradations se trouve équilibré par les dépenses causées par les dégradations qui se produiraient. En l'occurrence, le principal problème concerne la manière d'estimer le coût des dégradations, y compris les coûts sociaux.

II. REMARQUES GENERALES

Les pays en voie de développement et les problèmes d'environnement

7. L'appréhension que suscite le sort de l'environnement et les débats consacrés aux problèmes d'environnement interviennent à une époque où les pays en voie de développement se consacrent de plus en plus à l'objectif qu'est leur développement. Dans une large mesure, l'appréhension a surgi des problèmes rencontrés par les pays développés, qui procèdent en grande partie du niveau élevé de développement économique découlant de la création de fortes capacités de production dans l'industrie et de l'extension de systèmes complexes de transports et communications; toute cette évolution entraîne d'une manière ou d'une autre la dégradation et le bouleversement de l'environnement.

8. Dans les pays en voie de développement, les problèmes d'environnement se divisent en deux catégories, à savoir les problèmes découlant de la pauvreté ou de l'insuffisance du développement proprement dit et les problèmes découlant du processus même du développement ^{1/}. Les problèmes de la première catégorie revêtent une importance plus grande pour les pays en voie de développement, lesquels ont tendance, par conséquent, à considérer comme secondaires les questions d'environnement relevant de la deuxième catégorie.

9. Comme indiqué plus haut, les principaux problèmes de développement propres aux pays en voie de développement sont essentiellement ceux qu'impliquent la pauvreté et le manque même de développement de leurs sociétés. Il est évident que les problèmes de ce genre peuvent être surmontés à l'occasion du processus de développement proprement dit; le développement est donc envisagé comme un moyen de résoudre les problèmes d'environnement qui se présentent. Il est possible que cette conception soit en partie à l'origine de la tendance des pays en voie de développement à mettre en sourdine l'appréhension manifestée par les pays industrialisés qui considèrent le développement comme étant la cause des maux dont souffre l'environnement. Alors que l'opinion des pays en voie de développement est admise et doit même être encouragée en ce sens

^{1/} Développement et environnement, rapport et documents de travail d'un Comité d'experts, Nations Unies. Genève, 1972.

qu'elle confère de nouvelles dimensions au développement proprement dit, il y a lieu d'insister sur le fait que, dès que le développement économique prend racines, l'autre conception du développement, celle des pays développés, prendra probablement une importance plus grande; à vrai dire les problèmes sont déjà très graves dans certains pays en voie de développement, en sorte qu'en l'absence de mesures résolues, ils risquent d'atteindre des dimensions redoutables au cours des années à venir.

10. Dans la mesure où certains des effets du processus de développement sur l'environnement pourraient être évités par une planification et une réglementation meilleures, les pays en voie de développement ont l'occasion de profiter de l'expérience des pays développés. Il appartient donc aux pays en voie de développement de prendre conscience des conséquences et des effets de certaines mesures et contre-mesures que les pays développés ont appliquées. Cette prise de conscience permettrait aux pays en voie de développement d'établir des normes et des mesures de protection dans le domaine de l'environnement. Bien entendu, il faudra obligatoirement que ces normes soient adaptées aux conditions particulières de ces pays et qu'elles puissent être respectées dans les limites des ressources dont ils disposent.

11. Les pays en voie de développement doivent s'intéresser de très près aux questions d'environnement, car il est possible qu'elles finissent par exercer une influence croissante sur leurs relations économiques avec les pays développés. Dans les pays développés, les problèmes d'environnement se disputent avec acharnement les ressources disponibles, dont une partie pourrait autrement être dirigée vers l'assistance au développement au bénéfice des pays en voie de développement. Les problèmes d'environnement peuvent aussi influencer sur les caractéristiques du commerce mondial et sur la répartition internationale de l'industrie.

12. Par exemple, certaines mesures prises par les pays développés en faveur de l'environnement, telles que restrictions sur l'importation et l'utilisation de certains produits, imposition de règlements concernant l'environnement, normes et autres barrières monétaires contre les importations, de même que la hausse des prix de revient se répercutant sur les prix à l'exportation, sont appelées probablement à avoir des effets négatifs sur les possibilités d'exportation et les termes de l'échange des pays en voie de développement. En outre, il est possible que le recyclage des matières premières dans les pays développés ait pour effet de réduire le volume des produits primaires importés et consommés par les pays en voie de développement.

13. En revanche, il est possible aussi que les questions d'environnement offrent aux pays en voie de développement des possibilités nouvelles dans certains domaines. Par exemple, la transformation des structures de la production et du commerce, de même que le changement de la situation géographique des entreprises de production que pourraient exiger des considérations d'environnement dans les pays développés offriront très probablement des possibilités nouvelles de pourvoir à certains des besoins des pays en voie de développement en matière de développement. Dans certains cas, les pays en voie de développement pourraient bénéficier d'une possibilité d'accroître les apports de capitaux et de créer des industries nouvelles.

14. Le désir de remédier à certaines des dégradations infligées dans le passé à l'environnement et de minimiser les coûts du développement futur relevant de l'environnement représentera dans la plupart des cas une nouvelle ponction sur les ressources productives et un élément supplémentaire dans les prix de revient. S'il est possible

qu'une partie de ce fardeau soit réduite à l'avenir, grâce aux progrès de la science et de la technique qui tiendront compte davantage des nécessités de la gestion de l'environnement, une des questions essentielles qui se dégagent de l'intérêt qui se manifeste de plus en plus pour la protection de l'environnement est celle des conditions dans lesquelles le coût plus élevé du développement futur devra être partagé entre les nations en voie de développement. Les pays en voie de développement craignent que, eu égard à leur rôle périphérique dans l'économie internationale, ils risquent de n'être pas en mesure de bénéficier pleinement de l'avantage des possibilités nouvelles qui peuvent découler de la protection de l'environnement, alors qu'ils pourraient être contraints en même temps de prendre à leur charge une partie du fardeau que cette protection impliquerait.

15. Dans ces conditions, la concentration de l'attention sur les questions d'environnement, compte tenu des opinions actuelles des pays développés et des pays en voie de développement, implique des "retombées" qui dépassent les politiques nationales des pays en voie de développement et fait intervenir certains aspects internationaux qui influent directement sur les intérêts et le bien-être des pays en voie de développement. Les pays en voie de développement ne peuvent donc pas se permettre d'être des spectateurs passifs. Il y a lieu d'insister cependant sur le fait que la mesure dans laquelle les pays en voie de développement adopteront un style de développement mieux adapté aux objectifs relevant de l'environnement devra être déterminée par les ressources dont ils disposent.

16. Comme signalé précédemment, la deuxième catégorie de problèmes d'environnement, avec les problèmes qu'impliquent l'exploitation et l'utilisation des ressources en énergie, n'attire guère l'attention de la plupart des pays en voie de développement africains compris, parce que ces problèmes semblent avoir une importance moindre. Si l'on peut admettre qu'il en est ainsi peut-être alors que la plupart des pays en voie de développement en sont aux premières phases de leur développement, le problème est appelé probablement à prendre de l'importance au fur et à mesure que processus de développement s'accélérera sur sa lancée, étant entendu que l'énergie est au nombre des facteurs de production essentiels dans le processus du développement économique.

17. Les pays en voie de développement ne peuvent guère se permettre d'attendre que les problèmes se multiplient et s'intensifient, car ils auraient à payer très cher leur passivité. L'expérience acquise dans les pays développés montre que les effets secondaires indésirables, s'il n'en est pas tenu compte, atteignent des dimensions redoutables et provoquent des dégradations et des bouleversements extrêmement étendus. Les pays en voie de développement ont l'occasion d'éviter certaines des erreurs qui ont caractérisé dans le passé le processus de développement de leurs homologues développés.

L'énergie et l'environnement

18. L'énergie est indispensable à la plupart des formes d'activité industrielles et commerciales. A vrai dire, tous les besoins, toutes les activités de l'homme sont tributaires de l'énergie, directement ou indirectement. Toutefois, en matière d'énergie, la prospection, la production, le traitement, la transformation, le transport et l'utilisation engendrent des résidus en formes et quantités diverses, dont certains ont des effets nuisibles sur l'environnement. L'énergie et l'environnement sont donc en constante interaction, en sorte que toute négligence dans la planification d'un des

deux peut bouleverser gravement l'autre. Par exemple, une politique rigide de l'environnement peut compromettre le choix des combustibles nécessaires aux systèmes de production d'énergie ou peut réduire la fiabilité de la production d'électricité aussi gravement que des contingences fortuites survenant dans le système énergétique, telles que les écoulements de pétrole, peuvent dégrader l'environnement 2/.

19. Alors que toutes les nations et, en l'occurrence, toutes les sociétés ont besoin d'énergie, mais veulent que cette énergie soit "propre", la technologie du moment ne permet pas d'éviter une certaine dégradation de l'environnement à la suite de la mise en place et de l'utilisation de systèmes d'énergie. Ce qu'il faudrait, c'est peut-être un moyen d'équilibrer les avantages à retirer de l'utilisation de l'énergie et le prix à payer sous la forme de la dégradation de l'environnement, tout en faisant en sorte que la dégradation de l'environnement ne soit pas abandonnée à elle-même au point d'atteindre de sérieuses proportions.

20. Les objectifs que sont, d'une part, la protection de l'environnement et, d'autre part, l'énergie "propre" ne s'excluent pas mutuellement. Il est possible de les considérer l'un et l'autre simultanément; en fait, c'est la conception consistant à considérer simultanément les questions relevant de la politique de l'énergie et les questions relevant de la politique de l'environnement, en tant que parties intégrantes de la stratégie générale du développement économique et social qui est nécessaire pour que l'équilibre voulu soit réalisé. Pour prendre une décision au sujet de certains problèmes, il est nécessaire peut-être de procéder à une analyse détaillée des coûts et des avantages, en prenant en considération tous les facteurs appropriés, dont un certain nombre de facteurs économiques qui n'interviennent pas habituellement dans les décisions relatives aux coûts et aux avantages. A cet égard, les conflits entre l'énergie et l'environnement doivent être réglés dans des conditions rationnelles et souples, compte tenu des contraintes et des limites qu'implique l'examen de chacun des problèmes.

21. Quand nous devons nous attaquer aux problèmes de la pollution, plus particulièrement à ceux qui découlent de l'exploitation et de l'utilisation des ressources en énergie, nous prêtons le flanc à une multitude de critiques en raison de l'absence de renseignements exacts sur la nature et l'étendue de la pollution, sur les moyens possibles de lutter contre la pollution, et, à cet effet, sur les mesures pouvant être prises pour remédier aux effets de la pollution. Le problème provient du fait que les renseignements sur ces sujets font souvent défaut et que, dans le cas où il en existe, ils sont incomplets et d'exactitude douteuse, en raison surtout des incertitudes auxquelles donnent lieu les efforts tendant à la vérification ou à la normalisation des rapports en provenance des nations coopérantes. Les problèmes de ce genre sont particulièrement criants même dans les pays développés où des mesures de correction sont nécessaires dans l'immédiat.

22. En ce qui concerne les projections portant les émissions futures de certains polluants, le problème est encore plus complexe. Très rares sont les projections qui existent au sujet des taux de croissance de divers secteurs industriels, des activités

2/ National Commission on Materials Policy: Material needs and the environment today and tomorrow, rapport final, Washington D.C., juin 1973.

agricoles et des demandes d'énergie en particulier dans les pays en voie de développement, dont les pays africains. La hausse énorme des prix du pétrole imposée récemment est intervenue pour compliquer encore les choses, en sorte qu'il est devenu extrêmement difficile d'établir, avec quelque certitude, des projections des futures caractéristiques de la consommation. Etant donné que l'importance des émissions de polluants se fonde sur certaines hypothèses concernant les caractéristiques de la consommation d'énergie, il devient extrêmement difficile d'établir des projections quant à la nature et aux tendances des émissions futures de polluants.

23. L'importance de la mise au point de nouvelles méthodes pour recueillir et classer les renseignements concernant la croissance et le développement industriels et la pollution correspondante de l'environnement réclame beaucoup d'attention. Il faudra aussi certaines formes de surveillance par l'intermédiaire de centres normalisés de surveillance, capables d'analyser l'étendue de la pollution, de sorte que des mesures de correction efficaces puissent être prises.

Action internationale

24. Alors que les mesures de correction doivent être prises à l'échelon des pays, toute mesure adoptée par un pays donné doit être épaulée par des mesures parallèles dans les autres pays, dans les limites des sous-régions ou de la région, ou encore sur une base mondiale. Le plus souvent, la nature du problème réclamera une démarche impliquant une collaboration régionale ou internationale à l'appui des mesures distinctes prises dans les limites des pays. Une action coordonnée de ce genre est nécessaire, car des situations peuvent très bien surgir dans lesquelles les mesures de correction appliquées par un pays isolément, qui les croient nécessaires, peuvent être mal accueillies par un autre pays dont la situation du point de vue de l'environnement s'en trouve aggravée.

25. La pollution par le pétrole, dans les océans plus particulièrement, se prête à des mesures internationales communes qui seule permettent d'aboutir à des résultats satisfaisants ^{3/}. Toutefois, les différences nationales ou régionales quant aux valeurs, aux conceptions, aux conditions économiques, aux degrés de développement, aux aptitudes techniques et à l'existence de renseignements appropriés imposent des limitations sur les mesures internationales. Une appréciation réaliste de ces limitations est un pas en avant important dans le sens de leur élimination. Il est encourageant de constater que la connaissance des problèmes et des possibilités a déjà pris fermement racine et a abouti à la fondation du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE).

Conséquences économiques

26. Toutes les mesures prises pour restreindre les effets nuisibles à l'environnement associés à l'exploitation et à l'utilisation des ressources en énergie impliquent presque toujours des dépenses supplémentaires, consacrées par exemple au montage et à l'exploitation d'usines et d'installations de lutte contre la pollution, au recours à des combustibles de remplacement de meilleure qualité, aux recherches et aux études,

^{3/} MIT - Man's impact on the global environment: assessment and recommendations for action: rapport de l'étude sur les problèmes critiques d'environnement, publication du MIT, Cambridge (Massachusetts), 1971.

aux dépenses administratives destinées à la réglementation et à la protection, etc.. Ces dépenses supplémentaires entraîneront obligatoirement des hausses des prix de revient de la production d'énergie. Par exemple, dans les pays développés, les investissements consacrés à la lutte contre la pollution sont compris entre 2 et 4 p. 100 du total des dépenses de construction des centrales électriques thermiques modernes. A l'avenir ce pourcentage est appelé à augmenter encore si la désulfuration du pétrole fait l'objet d'exigences accrues. Alors que, selon les prévisions, les hausses ne seront pas aussi fortes pour les pays en voie de développement, parce que la lutte contre la pollution y sera à ses débuts, elles n'en seront pas moins une cause d'appréhension pour les pays qui sont tributaires d'emprunts contractés sur les marchés internationaux pour la quasi totalité de leurs besoins financiers.

27. Les dépenses ne seront probablement pas supérieures à celles qui sont nécessaires pour arriver à la solution la plus efficace et la plus réalisable pour la lutte contre la pollution, compte tenu des effets sociaux de la solution à adopter. Il s'agit là d'une entreprise très difficile pour les pays en voie de développement, parce qu'ils auront peut-être le plus grand mal à déterminer les effets sociaux de certaines solutions possibles en raison de l'absence de renseignements de base et de méthodes. La meilleure combinaison des moyens à appliquer ne devra être déterminée qu'après une analyse critique approfondie des coûts sociaux découlant de la dégradation de l'environnement et des dépenses nécessaires pour qu'il soit mis fin à tout surcroît de dégradation provoqué par l'utilisation anarchique de certaines sources d'énergie. Cette opération exigera la coopération sans réserve de toutes les administrations de l'Etat, comme les particuliers compétents venus de tous les horizons, pour qu'il soit possible de définir des méthodes appropriées permettant d'apprécier les dommages possibles.

III. LES SOURCES DE POLLUTION

Charbon

28. Les effets de la prospection sur l'environnement se limitent à des perturbations physiques à la surface du sol et dans le sous-sol et au bruit associé à l'activité de équipes de travailleurs, au forage, au percement des galeries, etc.. Ces effets, restreints dans l'ensemble, ne se font sentir que dans des zones de faible superficie.

29. L'extraction à ciel ouvert implique la libération de diverses matières, particulièrement des oxydes de soufre, des oxydes d'azote, des hydrocarbures, des acides et des aldéhydes, dont certaines polluent l'eau ou l'atmosphère. Les déchets solides rejetés par les mines varient en fonction des techniques d'extraction appliquées à ciel ouvert; les différences peuvent être considérables. Dans les zones d'extraction à ciel ouvert, les déchets solides ne sont produits qu'à l'occasion des opérations de havage à l'ouverture de la mine.

30. Les principaux polluants de l'eau dus à l'extraction à ciel ouvert sont les solides en suspension produits par le lessivage des amas de déchets. Selon les estimations, les quantités peuvent atteindre 10 tonnes par hectare de mines. Les solides en suspension peuvent atteindre des concentrations d'au moins 1 600 ppm*, alors que pour les solides dissous les concentrations peuvent atteindre 850 ppm 4/.

4/ The Science and Policy Programme, University of Oklahoma, Energy alternatives: a comparative analysis, Norman, Oklahoma, mai 1975.

* ppm : parties par million.

Dans les cas où les mines rencontrent des eaux souterraines, la pollution risque de se propager. En revanche, si la pluviosité est faible, la pollution due au lessivage sera probablement plus restreinte.

31. A l'occasion de l'extraction à ciel ouvert, les polluants de l'air proviennent de deux sources : le matériel à moteur diesel et l'érosion par le vent. Les polluants particuliers sont en quantités plus fortes quand l'érosion éolienne est elle-même forte. Dans le cas des émissions des moteurs diesel, les différences entre pays dépendent surtout de la proportion du matériel équipée de moteurs diesel par rapport aux appareils mis électriquement.

32. Les effets sur l'environnement des camions utilisés pour l'extraction à ciel ouvert proviennent des solides en suspension, des particules, des hydrocarbures, du soufre, des oxydes d'azote et de l'oxyde de carbone. Les émissions de particules sont fortes.

33. Le principal polluant de l'eau associé à l'extraction souterraine est généralement le drainage acide. Il peut y avoir aussi des sulfates et divers minéraux, selon la géologie de la région. Certains minéraux comme les ions de calcium et de magnésium contribuent à durcir l'eau. Les solides en suspension proviennent surtout du lessivage des amas de déchets solides. Des quantités importantes de solides sont aussi produites à l'occasion du traitement de l'eau des mines.

34. Dans les mines souterraines, où la majeure partie du matériel utilisé est actionnée électriquement, la pollution de l'air est négligeable; toutefois, si le matériel est à moteur diesel, des émissions de particules et de bioxyde de soufre sont à prévoir. Les poussières en suspension dans l'atmosphère des mines peuvent être dangereuses pour la santé des mineurs.

Pétrole

35. Les forages de prospection sont au nombre des phases les plus dangereuses de l'exploitation du pétrole et du gaz naturel au large des côtes. Les dangers éventuels proviennent de la possibilité d'un soufflage, c'est-à-dire d'un accroissement soudain de la pression du pétrole ou du gaz dans le trou de forage; le puits "s'emballe" alors sans qu'il soit possible d'y remédier ^{5/}. La plupart des soufflages ne se produisent qu'avec le gaz naturel, mais de grandes quantités de pétrole peuvent être libérées et polluer l'environnement marin; si le pétrole ou le gaz est enflammé, il brûle sans qu'il soit possible de maîtriser le feu qui menace alors le personnel et le matériel. Les forages d'extraction sont généralement moins dangereux que les forages de prospection, parce que les caractéristiques de la formation géologique sont mieux connues. Toutefois, la menace possible d'un soufflage subsiste. La gravité d'un soufflage dans un puits d'extraction s'accroît fortement si le pétrole ou le gaz est déjà extrait de puits voisins achevés. Les résidus comprennent des matières organiques non dégradables sous la forme de pétrole brut et, dans le cas d'un incendie, des polluants de l'air tels que des hydrocarbures, des oxydes d'azote, de l'anhydride sulfureux, de l'oxyde de carbone et des particules. Les effets de ces soufflages sur l'environnement peuvent être importants.

^{5/} Council of Environmental Quality, OCS oil and gas - an environmental assessment; rapport au Président, Washington D.C., avril 1974.

36. Plusieurs des opérations courantes d'extraction au large des côtes entraînent l'évacuation dans l'océan de pétrole et d'autres matières, dont les saumures. On estime que, tout au long de la durée d'un champ pétrolifère, ces évacuations intentionnelles peuvent dégrader l'environnement autant que les écoulements accidentels de grandes quantités de pétrole. En outre, l'immobilisation des plates-formes au moyen de pilotis ou d'ancres, l'ancrage des navires et le raccordement des portions d'oléoducs entraînent la perturbation des sédiments du fonds de la mer et un accroissement de la turbidité. A l'occasion de la plupart des opérations de forage, des boues et des fragments sont déversés dans la mer. Les fragments de forage sont des sédiments et des roches détachés et pulvérisés. Les boues de forage peuvent comprendre des substance telles que l'argile, la soude caustique, des polymères organiques, des produits du commerce contre l'écume, etc..
37. Pendant les opérations, des eaux emprisonnées dans les formations géologiques sont souvent libérées. Ces eaux peuvent être douces ou peuvent contenir des sels minéraux, de fer, de calcium, de magnésium et de sodium. Leur évacuation augmente la teneur en minéraux et diminue des niveaux de l'oxygène en dissolution dans les zones d'exploitation. Les eaux contiennent souvent en outre de petites quantités de pétrole, qui contribuent aussi à polluer l'environnement.
38. Le transport se fait généralement par des oléoducs, des pétroliers et des péniches. La pose des oléoducs sur les terrains humides peut entraîner des effets néfastes, physiques et biologiques. Les systèmes naturel d'écoulement des eaux et les caractéristiques des courants d'eau peuvent être bouleversés. L'érosion des sédiments tendres et durcis dans les terres marécageuses peut être accéléré sensiblement, en même temps que les terrains permettant la reproduction biologique disparaissent. La perturbation des terres marécageuses peut entraîner des modifications de la turbidité, de la salinité, de l'acidité, de la toxicité et des exigences biologiques en matière d'oxygène.
39. La pollution par le pétrole due aux pétroliers et aux péniches provient de collisions, d'échouages ou de problèmes d'exploitation, tels que pannes de matériel, défaillances humaines et évacuations intentionnelles. La principale source de pollution par le pétrole de la part des pétroliers est l'évacuation intentionnelle, c'est-à-dire le pompage dans l'océan du pétrole servant de lest et des eaux de lavage des citernes; plus de 70 p. 100 du pétrole rejeté par les pétroliers proviennent de ces opérations courantes. Les fuites qui se produisent quand le pétrole est transféré entre les pétroliers et les installations portuaires sont une autre source importante de pollution. La plupart de ces fuites sont dues à des défaillances mécaniques, à des accessoires mal conçus et aux erreurs humaines. En dehors de la pollution par le pétrole, les pétroliers et les péniches contribuent à la pollution des mers avec leurs eaux d'égout, leur ordures et les excréments humains. Le mouillage en un point unique a été mis au point récemment pour réduire le danger des tempêtes pour les pétroliers et pour restreindre les fuites de pétrole pendant le chargement.
40. Les polluants dus au transport du pétrole et des produits pétroliers se limitent à des matières organiques non dégradables. Les quantités sont relativement minimes dans le cas des oléoducs, mais elles sont appréciables dans le cas des pétroliers. Les polluants de l'air dus au transport sont les particules, les oxydes d'azote (NO_x), les oxydes de soufre (SO_x), les hydrocarbures, l'oxyde de carbone et les aldéhydes.

41. Plusieurs études des effets sur l'environnement des opérations des raffineries de pétrole ont été publiées. Les résidus polluant l'eau sont des solides dissous, des solides en suspension, des matières organiques non dégradables, des éléments d'oxygène biochimiques et chimiques. Le principal solide dissous est le sel en provenance des opérations de dessalement ou de fractionnement. Les solides en suspension comprennent de petites quantités de boues contenant du pétrole non éliminées dans les opérations de séparation du pétrole et de l'eau, des boues transportées par l'eau d'écoulement et des solides produits par le traitement biologique non éliminés par précipitation ou flottement. Il y a deux résidus organiques non dégradables, le pétrole et des phénols. Le pétrole se trouve dans les eaux de refroidissement ou de traitement, alors que la principale source de phénols est l'opération de cracking catalytique 6/.
42. Il a des quantités appréciables d'oxydes d'azote (NO_x) résiduels découlant du fonctionnement des réchauffeurs de traitement et des chaudières des centrales électriques brûlant du pétrole. Il est possible de réduire considérablement la quantité d'oxydes d'azote en appliquant des mesures de régulation de la combustion. Deux opérations laissent dégager de grandes quantités d'oxydes d'azote, la production d'hydrogène et le processus de fabrication des oléfines, courants dans les raffineries pétrochimiques.
43. Les oxydes de soufre (SO_x) sont libérés en quantités encore plus grandes; ils proviennent surtout du cracking catalytique. Les résidus des raffineries seraient réduits très fortement par le recours à l'hydrocracking ou par l'élimination du soufre du combustible de cracking. Les émissions d'hydrocarbures sont également considérables, dues en grande partie à l'emmagasiner du pétrole brut et des produits pétroliers. Les émissions à l'emmagasiner peuvent être réduites très fortement grâce à des mesures appropriées de conduite des opérations. Il y a entre autres des quantités appréciables de matières solides rejetées par les raffineries, mais il est possible de les restreindre fortement par l'application de mesures appropriées. Les résidus solides les plus gênants sont les boues chargées de pétrole provenant de l'emmagasiner du pétrole brut qu'il n'est pas possible d'évacuer dans les puits ordinaires.
44. L'estimation des émissions dans l'air des hydrocarbures d'origine pétrolière se situe autour de 900 millions de tonnes par an, c'est-à-dire 40 fois plus que les quantités de ces substances déversées dans l'océan par les navires, les installations côtières, les cours d'eau et le mouvement des mers. Des fractions de ces émissions qui existent sous forme de fines particules sont entraînées par les pluies et déposées dans les cours d'eau ou les océans ce qui contribue encore à la contamination des mers. Les particules qui restent en suspension dans l'air influent sur l'équilibre thermique.

Gaz naturel

45. Les effets sur l'environnement de la production de gaz naturel ne sont pas les mêmes que ceux de la production de pétrole. Si les accidents se produisent plus fréquemment dans le cas de l'extraction du gaz naturel par rapport à l'extraction du pétrole brut, l'exploitation du gaz naturel provoque des dégradations de l'environnement moins importantes. Une exception est à considérer cependant, à savoir que les quantités d'oxydes d'azote libérées sont plus fortes pour les puits de gaz naturel que pour les puits de pétrole. Il y a en outre un problème spécial de pollution de l'air procédant de l'inflammation du gaz.

46. Dans le cas de l'extraction au large des côtes, l'emplacement des puits et des installations de production doit faire l'objet de plusieurs considérations importantes en vue de minimiser les effets possibles sur la pêche commerciale, la navigation, l'équilibre à long terme de l'écosystème, etc.. Les déchets provenant de la construction, les boues de forage, l'eau, le sable et les déchets chimiques associés au forage et aux installations de trainement sont les principales sources de pollution.

Energie nucléaire

47. En règle générale, les effets principaux de l'extraction du minerai d'uranium sont les mêmes que dans le cas du charbon; toutefois, l'ampleur de ces effets est généralement beaucoup plus restreinte dans le cas de l'uranium en raison de la différence entre les quantités de minerais extraits pour produire la même quantité d'énergie. Les terres de couverture sont la principale source de pollution de l'environnement dans le cas de l'extraction à ciel ouvert.

48. De grandes quantités d'eau sont évacuées par pompage des mines d'uranium pour être déversées sur le sol. Si ces eaux contiennent des solides en suspension, les polluants peuvent être déversés dans les ressources en eau locales. Pour en éviter la possibilité, des mesures de protection doivent être appliquées, telles que la construction de bassins de clarification. Un autre effet probable est l'abaissement de la table phréatique locale, ce qui peut avoir de graves répercussions particulièrement quand la mine est située dans des régions semi-arides où l'eau est indispensable pour d'autres usages. On prévoit cependant que la nappe phréatique retrouvera son niveau antérieur quand le pompage cessera.

49. Les résidus gazeux comprennent les effluents chimiques et radioactifs. Les émissions d'oxydes de soufre, d'oxydes d'azote, d'hydrocarbures et d'oxyde de carbone proviennent du fonctionnement des machines de la mine. Le principal effluent radioactif est le gaz radon, élément radioactif créé naturellement, en tant que produit de dégradation de l'uranium. Selon les informations, cet effluent se dilue facilement dans l'atmosphère et sa durée est courte, si bien que sa concentration dans les zones dégagées au voisinage des mines sera probablement très faible.

50. Les renseignements relatifs aux effets sur l'environnement de l'extraction souterraine font généralement défaut. En général la zone superficielle perturbée est beaucoup plus restreinte que dans le cas de l'extraction à ciel ouvert. Habituellement les roches extraites des mines souterraines sont entassées, ce qui implique le danger d'une exposition à des traces de matières radioactives. En outre, toute eau de lessivage des tas peut contenir des résidus radioactifs. Un aspect controversable de l'extraction souterraine de l'uranium est l'exposition des mineurs à la radioactivité, essentiellement celle du gaz radon.

Les hydrosystèmes

51. De grandes quantités de poussières sont produites pendant les périodes de construction qui peuvent s'étendre sur plusieurs années, mais leur étendue est limitée. Pendant la période de construction, l'érosion, les poussières et d'autres matières évacuées contribuent à l'envasement et à la pollution en aval. Après la construction, les caractéristiques physiques et chimiques de l'eau captée seront différentes probablement de celles de l'eau des rivières et des fleuves antérieurement présente à l'emplacement, en sorte que l'eau des réservoirs ont une flore et une faune entièrement différentes de celles des cours d'eau qu'elle remplace.

52. Les barrages agissent comme des obstacles au mouvement des produits chimiques et des organismes. Par exemple, les activités de reproduction des poissons migrateurs peuvent être compromises à moins qu'il ne soit pourvu à des moyens leur permettant de traverser le barrage. Même avec ces moyens, il y aura des pertes parce que nombre d'espèces, comme le saumon, réclament des eaux courantes comme habitat au moment de la ponte. Pour atténuer les pertes de poisson, il est possible de construire des échelles à poisson, des déversoirs à gradins, pour permettre aux poissons de contourner le barrage.

53. Les barrages modifient aussi les conditions de l'eau en aval; par exemple, si le réservoir ne déverse que de faibles quantités d'eau, ce qui se produit dans le cas d'une demande hors-pointe, les températures en aval peuvent augmenter, en sorte que les eaux ne conviennent plus aux poissons et autres organismes vivants qui réclament des eaux plus fraîches. Les conditions en aval peuvent aussi se trouver modifiées parce que l'eau évacuée par les turbines provient normalement des couches profondes du lac, pauvres en oxygène. Il peut en résulter en aval des conditions caractérisées par un manque d'oxygène pendant certaines périodes de l'année. Dans certains cas, des gaz en excès, l'azote par exemple, peuvent faire naître un problème; les eaux bien aérées s'écoulant par les déversoirs peuvent se traduire par de fortes teneurs en azote qui sont mortelles pour les poissons.

54. Les lacs artificiels submergent de vastes étendues dont certaines sont des terres précieuses pour l'agriculture et la sylviculture; l'inondation peut aussi se traduire par la perte de ressources minérales, de zones habitées par la faune sauvage et de sites historiques d'un grand intérêt. Dans certains cas, le remplissage des lacs artificiels a exigé le déplacement d'importantes collectivités. La création de ces réservoirs entraîne aussi l'apparition de maladies transmises par des insectes vecteurs ou augmente la fréquence de ces maladies, telles que la bilharziose, le paludisme, etc..

55. La manifestation de la plupart de ces effets nuisibles est habituellement progressive. Certains d'entre eux peuvent être corrigés rapidement, alors que d'autres sont quasiment irréversibles en raison de l'importance considérables des investissements nécessaires, d'ailleurs renouvelables. Certaines des conséquences peuvent atteindre d'énormes proportions, au point même parfois de compromettre les objectifs du projet de développement. Il est possible toutefois de prévoir nombre de ces effets par une analyse préliminaire et donc de les éviter.

Bois et dérivés du bois

56. Certains des éléments les plus importants de la pollution qui ont une influence sur le climat peuvent subir les effets des activités de l'homme. Il s'agit de l'existence d'eau et de la formation de poussières et de nuages. Etant donné que la quantité d'oxyde de carbone dans l'atmosphère dépend des étendues forestières qui servent de réservoir, la destruction généralisée des forêts, qui en Afrique implique l'abattage et le débitage des arbres et d'en brûler le bois comme source de chaleur domestique, pourrait avoir de graves effets sur l'équilibre climatique. En outre, le déboisement se traduit par la désertification de grandes superficies de terrains. La plupart des régions dont les arbres sont abattus sont érodées par l'eau et le vent, en sorte qu'elles deviennent inutiles aux fins agricoles. Dans le cas de l'érosion éolienne, la majeure partie de la couche supérieure du sol est entraînée dans l'atmosphère sous forme de poussières qui, de leur côté, peuvent avoir des effets très sensibles sur l'équilibre atmosphérique.

57. En outre, l'érosion dépose des sédiments dans le lit des cours d'eau, dont la capacité d'écoulement des eaux de crues se trouve réduite dans les basses terres. La conformation du lit des cours d'eau étant modifiée, le fleuve a tendance à s'élargir et produit encore des sédiments supplémentaires en érodant ses rives, au point même d'affouiller les pentes et de miner les routes. De plus, la turbidité excessive des eaux favorise la propagation de poissons sans intérêt, étant donné que les sédiments recouvrent le gravier qui sert de frayère à certaines espèces.

58. L'utilisation anarchique des formes non commerciales d'énergie, en particulier du bois et des produits dérivés du bois, comme le charbon de bois, peut avoir en Afrique des effets dépassant ceux qui découlent de l'exploitation et de l'utilisation des formes commerciales d'énergie. La gravité de la situation doit être appréciée en fonction du fait que l'utilisation des formes non commerciales d'énergie est généralisée à travers toute l'Afrique, plus spécialement dans les zones rurales, où habite la majeure partie de la population. Les effets sur l'environnement de l'utilisation des formes non commerciales d'énergie, qui représente encore de 60 à 90 p. 100 de l'énergie consommée en Afrique, risquent de se faire sentir dans tous les pays du continent. Cette situation doit être opposée aux effets de l'utilisation des formes commerciales d'énergie dont l'apparition se limite à certaines zones, tout au moins au cours des phases de prospection, de production, de traitement et de transformation, alors que la phase d'utilisation se concentre généralement dans les zones urbaines.

59. Quand le bois, les produits dérivés du bois, les déchets végétaux et animaux sont brûlés, l'oxydation chimique se produit, les éléments combustibles étant transformés en produits gazeux et les éléments non combustibles en cendres. Les gaz produits par la combustion contiennent de l'azote, de la vapeur d'eau, de l'oxyde de carbone et de l'oxygène. Ils contiennent aussi des polluants de l'atmosphère, dont des oxydes de soufre (SO_x), des oxydes d'azote (NO_x), des particules de cendre, des matières organiques non brûlées, partiellement oxydées et des traces de gaz minéraux tels que le fluorure d'hydrogène (HF) et le chlorure d'hydrogène (HCl).

Production d'énergie électrique

60. Les principaux résidus de la production d'électricité avec des combustibles fossiles sont des particules, des cendres, des oxydes de soufre, des oxydes d'azote, de l'anhydride carbonique et, dans une mesure limitée, de l'oxyde de carbone. De grandes quantités de chaleur résiduelle sont aussi rejetées dans l'atmosphère et dans les systèmes hydrauliques.

61. Les cendres, élément minéral du charbon, sont entraînées dans les gaz de fumée émanant des chaudières brûlant du charbon pulvérisé. Les particules, la suie, les impuretés et les poussières sont rejetées dans l'atmosphère par les centrales brûlant du charbon principalement. Les particules rejetées par les centrales à charbon comprennent surtout des éléments de charbon, de silice, d'alumine et d'oxyde de fer dans les cendres volantes, alors que les centrales à pétrole rejettent surtout des cendres, des sulfates et du carbone ^{1/}.

^{1/} S.L., Kwee and J.S.R. Mullender (eds.) Growing Against Ourselves: The energy-environment tangle, Lexington, Mass., D.C. Heath and Company, 1972.

62. L'anhydride carbonique est le produit principal de la combustion des combustibles. Bien qu'il ne soit pas considéré généralement comme un polluant, il exerce un effet physiologique nuisible quand les concentrations sont relativement fortes ^{8/}. Il s'est révélé que la concentration d'anhydride carbonique dans le monde s'est accrue rapidement au cours des dernières décennies, accroissement qui est associé à l'utilisation de plus en plus répandue des combustibles fossiles. L'opinion est cependant divisée quant aux effets à long terme de l'anhydride carbonique sur le climat du globe. De son côté, l'oxyde de carbone est un polluant qui justifie l'appréhension en raison de ses effets physiologiques nuisibles et irréversibles.

63. L'anhydride sulfureux provient surtout de la combustion de combustibles fossiles contenant du soufre. La composition chimique du charbon et du pétrole brut fait intervenir essentiellement des hydrocarbures auxquels s'ajoutent certains composés organiques et minéraux. En dehors des cendres contenues dans le charbon, les plus importants des éléments d'hydrocarbures sont les composés du soufre dont la concentration se situe principalement entre 0 et 3 p. 100 en poids de soufre élémentaire. Dans le processus de combustion, la majeure partie des composés du soufre sont oxydés en produisant de l'anhydride sulfureux et, en proportion moindre, de l'anhydride sulfurique. Les émissions d'oxydes de soufre sont directement fonction de la teneur en soufre du combustible.

64. Quand la combustion se produit à des températures plus élevées dans la chaudière, il en résulte la fixation de certains oxydes, l'oxygène et l'azote se combinant pour former de l'oxyde d'azote (NO). Dans la chaudière, la plus grande partie des oxydes d'azote sont rejetés sous la forme de protoxyde d'azote, qui peut se transformer en bioxyde d'azote par oxydation dans l'atmosphère. Ce bioxyde d'azote est le plus toxique des oxydes d'azote.

65. Une forte proportion de l'électricité est produite par des turbines à vapeur dans les centrales thermiques. Les turbines à vapeur peuvent être considérées comme étant des moteurs thermiques, car elles transforment l'énergie thermique en énergie mécanique. De grandes quantités de chaleur résiduelle sous forme de vapeur, sont rejetées dans l'atmosphère par les turbines à vapeur moderne, qui fonctionnent avec un rendement de 50 p. 100 environ. Le refroidissement des centrales thermiques produit aussi de la chaleur résiduelle qui est évacuée surtout dans les systèmes hydrauliques. Une quantité de chaleur appréciable est évacuée par le collecteur d'eau, ce qui se traduit par un accroissement de la température de 5 à 10 degrés à la sortie par rapport à l'entrée. La chaleur résiduelle est une source de dégradation de l'environnement.

Le secteur des transports

66. Le transport est le plus gros consommateur d'énergie sous forme de produits pétroliers en Afrique. Le transport apparaît comme un des secteurs les plus difficiles quand il s'agit de prédire les besoins futurs en matières d'énergie, en raison d'une combinaison de facteurs, tels que les problèmes du commerce international, les effets sur l'environnement, les taux de croissance et la difficulté relative de trouver des

^{8/} World Energy Conference, Environmental Conservation and the energy producing industries; Report of the Committee on Environmental Effects, London May 1972.

solutions technologiques acceptables 9/. On peut toutefois affirmer sans trop de hardiesse que le transport continuera à s'adjuger la plus forte part de l'énergie consommée en Afrique et que le taux de croissance de la consommation d'énergie dans le secteur des transports restera relativement élevé. L'automobile contribue dans une très large mesure aux émissions d'oxyde de carbone, d'hydrocarbures non brûlés et d'oxydes d'azote 10/. Le secteur des transports contribue aussi à un certain nombre d'autres problèmes d'environnement, dont l'encombrement urbain, l'utilisation inefficace des terres et le bruit.

IV. QUELQUES MESURES DE CORRECTION, DE PROTECTION ET DE REGLEMENTATION

67. Les moyens de prévenir ou de réparer les dégradations de l'énergie peuvent prendre plusieurs formes, dont la régulation ou la réduction des émissions, l'élimination ou la dilution des émissions, la protection des écosystèmes, tels que les régions incultes ou les autres régions naturelles, la remise en état des paysages ou des écosystèmes dégradés à la suite de mesures prises dans le passé, la signalisation optimale des sources de dangers inévitables pour l'environnement et la concentration et l'évacuation sans danger des substances nuisibles. Un certain nombre de ces moyens sont examinés ci-après.

Charbon

68. Il est possible de réduire fortement les niveaux de pollution grâce à l'application d'un certain nombre de mesures de protection. Dans le cas des mines à ciel ouvert, les eaux de drainage et d'écoulement sont recueillies dans un bassin de clarification et traitées à la chaux ou à la cendre de soudé. Les solides en suspension sont ramenés à une concentration de 30 ppm et à une teneur en acide proche de zéro. Dans les cas où l'eau est particulièrement précieuse, les infiltrations et les écoulements des eaux souterraines peuvent être recueillis pour servir à la suppression des poussières et à l'irrigation. Dans le cas des mines souterraines, les solides en suspension proviennent principalement du lessivage des tas de résidus solides; par les procédés de traitement à la chaux, l'acidité peut être ramenée aux niveaux souhaitables. La mise en valeur des terres permettrait probablement de réduire les particules dues à l'érosion, mais elle risque d'entraîner un accroissement des autres polluants du fait qu'elle implique le recours à des camions à moteur diesel, à des tracteurs et autres machines.

Pétrole

69. Les sociétés de forage ont recours à des mesures de protection pour minimiser les possibilités de soufflage. Il s'agit de la circulation d'un fluide lourd dit boue de forage dans le trou de forage pour contre-balancer la possibilité d'une expulsion soudaine de pétrole ou de gaz, du blindage de la partie supérieure du trou de forage dans une enveloppe cylindrique en acier ancrée dans du ciment pour minimiser les possibilités de soufflage autour de l'extérieur du trou et de l'installation de systèmes de prévention des soufflages tels que des soupapes de sûreté capables d'assurer la fermeture du trou de forage dès l'amorce d'un soufflage.

9/ Oak Ridge National Laboratory; Electrical energy and its environmental impact; ORNL-NSF-EP-40 Progress Report, 31 décembre 1972.

10/ Joint Hearings, House of Representatives; Sub-Committee of the Committees on Government Operations and Science and Astronautics, Conservation and efficient use of energy, No. 14, 19 juin 1973, Washington D.C.

70. Des efforts de recherches et d'études dans les pays développés ont abouti à l'amélioration des systèmes de restriction et de nettoyage des écoulements de pétrole. Le caisson flottant est le principal système utilisé jusqu'ici, le nettoyage étant réalisé surtout par le ramassage mécanique et par la récupération au moyen d'un solvant; deux autres procédés de nettoyage impliquent la dispersion et la combustion. Des processus naturels, physiques et biologiques, entrent également en jeu, spécialement si l'écoulement a eu lieu à grande distance des côtes.

71. Les caissons restreignent la nappe de pétrole en l'encerclant, en l'entraînant ou en la dirigeant vers un point de ramassage ou par une combinaison de ces opérations. L'efficacité d'un caisson est limitée par les vagues, les vents et les courants. Les caissons deviennent souvent inopérants parce que au fur et à mesure que le pétrole s'accumule, les courants le transportent au-dessous du caisson. En outre, quand la mer est agitée avec des vagues de plus de trois mètres, il n'y a pas de nappe de pétrole proprement dite, mais les gouttes de pétrole se dispersent dans l'eau en profondeur; dans ces cas ni restriction ni nettoyage ne sont possibles.

72. L'utilisation des systèmes de nettoyage mécaniques se limite aussi généralement aux mers calmes. Ces systèmes ne permettent qu'une récupération très lente, habituellement d'un à cinq barils par minute, en sorte que leur efficacité est restreinte quand les nappes sont très étendues. La paille, les fibres artificielles et les argiles absorbantes sont répandues sur une nappe, mélangées au pétrole puis recueillies. Jusqu'ici la paille est considérée comme l'absorbant le plus efficace par rapport au prix parce qu'elle retient cinq fois son poids de pétrole pour une dépense relativement modeste. Toutefois l'épandage et le ramassage de l'agent absorbant, de même que l'évacuation des matériaux servant à fixer le pétrole impliquent des problèmes logistiques difficiles.

73. L'utilisation d'agents de dispersion est limitée en raison de leurs effets toxiques possibles sur les organismes marins. Dans un certain nombre de pays, toutefois, les agents de dispersion sont utilisés à grande échelle, sauf dans des zones spécifiées où la situation de l'environnement est critique. De même le recours à des agents de combustion ou de submersion est généralement limité, parce qu'ils sont plus nuisibles que le pétrole à l'écosystème marin.

Production d'électricité

74. L'élimination des particules peut être réalisée par des procédés mécaniques ou électrostatiques, ou encore, dans une mesure limitée, en liaison avec l'élimination de l'anhydride sulfureux. Dans un certain nombre de pays, cependant, la séparation mécanique se fait dans un centrifugeur où les gaz de fumée sont entraînés dans un mouvement de rotation rapide qui précipite les particules plus denses contre la paroi extérieure où elles sont séparées. Les poussières peuvent être recueillies avec de l'eau ou simplement en les laissant tomber dans une trémie.

75. Les cuves de précipitation imposent un champ électrique puissant à une série de fils, de tubes ou de plaques, en sorte qu'une décharge de courant électrique de faible intensité se produit entre eux. S'il est possible d'ioniser les particules, ils réagiront à ce champ et seront attirés jusqu'aux tubes. L'élimination des résidus se fait en appliquant des coups secs sur les tubes; les poussières sont ensuite recueillies. Le rendement des cuves de précipitation dépend dans une large mesure des quantités de soufre contenues dans les poussières et de la température des gaz dans la cheminée. Ce rendement est d'autant plus élevé que la teneur en soufre et la température sont eux-mêmes élevés. La plupart des cuves de précipitation ont un rendement nominal pour l'évacuation des particules compris entre 92 et 99 p. 100.

76. Le nettoyage des gaz de cheminée fait l'objet d'une attention considérable en tant que moyen d'éliminer les polluants provenant des chaudières. Certains procédés de nettoyage des gaz de cheminée, comme ceux qui permettent de recueillir l'anhydride sulfureux et les particules, sont actuellement disponibles dans le commerce, mais la technologie du nettoyage des gaz de fumée continue de progresser et des améliorations sont attendues, spécialement dans le cas où les problèmes à considérer sont d'ordre économique plutôt que technique. Les procédés de nettoyage des gaz de cheminée sont différents selon les trois polluants principaux (oxydes d'azote, anhydride sulfureux ou particules) qu'ils doivent éliminer.

77. L'anhydride sulfureux (SO_2) résiduel donne lieu à un grave problème, quand il s'agit de la pollution de l'air due à la production d'énergie électrique. Plusieurs procédés sont appliqués pour l'élimination de l'anhydride sulfureux des gaz de cheminée, le plus efficace jusqu'ici étant le procédé d'épuration, dans lequel les gaz balaient ou traversent une matière qui réagit avec l'anhydride sulfureux pour former un composé qui est soit déversé dans un dépotoir, soit traité pour permettre la récupération d'une forme utile du soufre. En fait la méthode de dépotoir transforme un problème de pollution de l'air en un problème d'évacuation d'un résidu solide, alors que la méthode de récupération peut être considérée comme impliquant la production coûteuse d'un sous-produit.

78. Dans le cas de la désulfuration des gaz de cheminée, le problème essentiel est celui qu'implique la nécessité d'éliminer la plus grande partie d'une concentration minime d'anhydride sulfureux d'un volume considérable de gaz de cheminée. Dans les pays en voie de développement, le système d'élimination de l'anhydride sulfureux des gaz de cheminée intervient le plus souvent à l'occasion du fonctionnement à plein rendement des grandes chaudières brûlant du charbon à forte teneur en soufre. Les procédés à la chaux et à la pierre à chaux perdus sont préférés par les services publics producteurs d'électricité comme étant la meilleure solution pour l'élimination de l'anhydride sulfureux en raison de leur simplicité relative et de la modicité de l'investissement nécessaire, mais aussi parce qu'ils ne donnent lieu à aucun problème d'élaboration et de commercialisation d'un sous-produit.

79. Les émissions d'oxyde d'azote dépendent dans une large mesure du modèle de la chaudière et des conditions de fonctionnement; le problème est compliqué toutefois par le fait que la formation de ces oxydes n'est pas entièrement comprise. La température a une influence essentielle sur la formation des oxydes d'azote. Dans le cas des chaudières brûlant des combustibles fossiles, les facteurs les plus importants pour la prévention des émissions d'oxydes d'azote sont la combustion échelonnée, le minimum d'air excédentaire et le recyclage des gaz de fumée 11/.

80. Une méthodes des plus courantes de lutte contre la pollution est l'amélioration de la diffusion des effluents rejetés par les cheminées, ce qui est obtenu généralement par la construction de cheminées très hautes. Les polluants sont dispersés et dilués dans l'air alors que les concentrations au niveau du sol restent acceptables. Toutefois, la dispersion s'accompagne du risque d'un déplacement de la pollution dont l'intensité diminuera toutefois, mais la dispersion à grande altitude permet aux autres éléments de l'atmosphère d'avoir une influence propice à la dégénérescence et au rayonnement d'exercer certains effets avant que le polluant ne retombe vers le sol.

11/ Energy alternatives: a comparative analysis, Science and Public Policy Programme, University of Oklahoma, Norman, Oklahoma, mai 1975.

81. Le choix des moyens permettant de dissiper la chaleur résiduelle dépend d'un certain nombre de facteurs, tels que la quantité de chaleur à dissiper, l'existence d'eau et les règlements relatifs à la pollution thermique. Il y a quatre types de systèmes de refroidissement : 1) le refroidissement en circuit ouvert, avec de l'eau douce ou de l'eau salée, 2) les bassins de refroidissement, 3) les tours de refroidissement sec et 4) les tours de refroidissement humide.
82. Dans le cas du refroidissement en circuit ouvert, l'eau en provenance d'une source quelconque circule à travers un condenseur où elle absorbe la chaleur avant d'être renvoyée à la source. Les systèmes de ce type sont utilisés quand il existe des quantités d'eau suffisantes provenant de fleuves, de lacs, d'estuaires ou d'océans. Les systèmes en circuit ouvert sont normalement plus économiques que les autres systèmes, la seule quantité d'eau consommée correspondant à l'évaporation qui se produit dans les plans d'eau d'alimentation en raison de l'augmentation de la chaleur.
83. Les bassins de refroidissement sont construits généralement dans des zones où l'approvisionnement en eau est limité, mais où il existe des emplacements convenables permettant la recirculation de l'eau entre le condenseur et le bassin. Un apport d'eau suffisant sera toutefois nécessaire, fourni soit par l'écoulement en amont, soit par une autre rivière, pour remplacer l'eau perdue dans le bassin du fait de l'évaporation naturelle et de l'évaporation provoquée.
84. Dans les cas où les conditions ne sont pas favorables au refroidissement en circuit ouvert ou à la construction de bassins de refroidissement, on a recours généralement à des tours de refroidissement pour dissiper la chaleur résiduelle. Dans les tours de refroidissement humide, l'eau chaude est mise directement en contact avec un courant d'air et la chaleur est dissipée principalement par évaporation. Les tours de refroidissement peuvent être de deux modèles : à circulation d'air naturelle ou à circulation d'air provoquée mécaniquement. En raison de leurs grandes dimensions, les tours de refroidissement humide sont habituellement plus onéreuses que les systèmes à circuit ouvert ou les bassins de refroidissement. Dans le cas des tours de refroidissement sec, l'eau circule en circuit fermé, le refroidissement étant réalisé par un flux d'air mis en mouvement naturellement ou mécaniquement; le système fonctionne de la même manière qu'un radiateur d'automobile. Il n'y a pas de perte d'eau par évaporation. Toutefois, en raison de la surface considérable nécessaire pour le transfert de chaleur et de l'importance du volume d'air indispensable, les tours de refroidissement sec coûtent beaucoup plus cher que les tours humides.

V. EFFETS BIOLOGIQUES ET SANITAIRES

Généralités

85. L'oxygène est un élément de base indispensable à une multitude de processus biologiques; par exemple, la vie aquatique est tributaire en général de l'existence dans l'eau d'une quantité suffisante d'oxygène. Les matières organiques engendrées par la production ou la transformation de l'énergie et déversées dans l'eau peuvent modifier le bilan de l'oxygène dans l'écosystème aquatique en exerçant des effets délétères sur la flore et la faune.
86. Comme indiqué précédemment, la production, la transformation, le traitement et l'utilisation des ressources en énergie s'accompagnent parfois de la production d'oxydes d'azote, qui, s'ils sont déversés dans les cours d'eau, forment de l'ammoniaque

d'autres nitrates. Une concentration trop forte de ces composés peut stimuler exagérément la croissance de plantes aquatiques qui constituent par exemple le phyto-plancton, les conséquences nettes en étant peut-être la modification de l'équilibre de l'oxygène et le bouleversement de l'écosystème aquatique 12/.

87. L'eau chaude déversée par les centrales thermo-électriques peut détruire non seulement la flore, mais aussi la faune des systèmes hydrauliques, en premier lieu à la suite de réactions chimiques qui peuvent déséquilibrer les processus normaux et en deuxième lieu, pour la simple raison que la température de l'eau est trop forte pour permettre la vie aquatique.

88. La pollution de l'atmosphère a des effets nuisibles sur les plantes vivantes; ces effets varient toutefois selon les espèces et aussi selon la catégorie des polluants. Dans le cas des installations brûlant du charbon, les matières particulaires peuvent former des dépôts indésirables sur les légumes et les fruits; s'il y a rarement des dégâts directs, le produit récolté doit être nettoyé avant d'être vendu.

89. Les polluants gazeux, particulièrement l'anhydride sulfureux et, dans une mesure moindre, les oxydes d'azote, revêtent toutefois une plus grande importance. Les conditions atmosphériques et pédologiques jouent un rôle important du fait qu'elles déterminent le degré des dégradations provoquées par certaines concentrations d'anhydride sulfureux dans l'air; par exemple, une forte humidité augmente la vulnérabilité des plantes.

Effets sur la santé

90. Bien que les animaux, aussi bien que les êtres humains soient dotés d'une certaine capacité de transformer les matières étrangères par métabolisme, il y a des limites à leur aptitude à assurer leur propre protection, selon ce qui s'est révélé nettement au cours de période de "Smog" intense en certains endroits des pays développés 13/.

91. L'accumulation de substances telles que la suie et autres matières particulaires, l'anhydride sulfureux et les aérosols, dont l'acide sulfurique et les sulfates, a des effets nocifs sur les êtres humains et les animaux; il en est de même de l'oxyde de carbone. L'oxyde de carbone est absorbé par les poumons et a pour effet de réduire l'aptitude du sang à transporter l'oxygène. Il peut en découler une dégradation des facultés visuelles d'un individu; des effets nuisibles peuvent aussi s'exercer sur les cardiaques 14/.

92. Dans un certain nombre de pays développés, les études ont été entreprises pour permettre de chiffrer le prix de la pollution de l'air, du point de vue de la santé publique. S'il est possible d'affirmer sans trop de hardiesse que, dans les pays africains en voie de développement, le niveau de la pollution n'a pas encore atteint celui des pays développés, certains renseignements sur les conséquences possibles de toute négligence envers l'environnement pourraient être utiles aux planificateurs qui travaillent à long terme.

12/ E/CN.14/HUS/6

13/ Ibid.

14/ Joint Hearings, House of Representatives, subcommittees of the Committees on Government Operations and on Science and Technology: Conservation and efficient use of energy, Part 1, No. 14, Washington D.C., 19 juin 1973.

93. On a constaté, par exemple, que la fréquence de l'emphysème pulmonaire chronique double tous les cinq ans depuis la deuxième guerre mondiale 15/. Les maladies respiratoires sont responsables d'un nombre de jours d'absence au travail ou à l'école plus grand que dans le cas de toutes les autres maladies réunies. Il ressort des études qu'une proportion importante de ces maladies graves est associée à la pollution de l'air par l'industrie, plus spécialement la pollution due aux oxydes de soufre en combinaison avec des matières particulaires. D'après les conclusions d'études faites aux Etats-Unis, la fréquence des infections respiratoires aiguës chez les enfants d'âge préscolaire est deux fois plus grande les jours où le degré de pollution est élevé 16/

94. Les êtres humains, en tant qu'organismes biologiques caractérisés par des degrés différents de résistance et de capacité d'adaptation, sont constamment en lutte contre un environnement essentiellement hostile; tout ce qui diminue la résistance de l'homme ou accroît l'hostilité de l'environnement a pour effet de diminuer la capacité d'adaptation de l'homme. Un certain nombre d'études ont fait ressortir que les individus dont la capacité d'adaptation est médiocre en raison de maladies pulmonaires, de maladies cardiaques, de l'asthme ou d'autres maladies chroniques graves accusent une fréquence plus grande pour les maladies respiratoires et des taux de mortalité plus élevés dus à ces maladies.

95. Jusqu'ici, les nombreux efforts de recherche tendant à la détermination du seuil de tolérance pour une substance ou une autre ont abouti à des résultats différents. La nécessité s'impose donc d'études plus approfondies dans ce domaine pour qu'il soit possible de dégager des conclusions qui soient valables à tous les niveaux, national, régional et mondial.

Effets du pétrole sur l'environnement marin

96. Le pétrole brut est un mélange de centaines de composés chimiques dérivés de matières organiques qui ont été soumises à des processus physiques, chimiques et biologiques pendant des millions d'années. La composition physique et chimique du pétrole est extrêmement variable selon le lieu d'extraction. La toxicité des diverses catégories de pétrole dépend dans une large mesure des éléments solubles dans l'eau et des éléments aromatiques que le pétrole contient 17/. Les éléments aromatiques sont considérés comme étant les plus toxiques, mais d'autres hydrocarbures caractérisés par un point d'ébullition de basse température peuvent aussi être toxiques. Les dérivés du pétrole comme le gaz, l'essence, le pétrole lampant, les gas-oils légers, les gas-oils lourds et les huiles légères de lubrification, peuvent aussi être toxiques. Certains produits de distillation, comme le fuel-oil No. 2 sont manifestement plus toxiques que le pétrole brut parce qu'ils contiennent une plus forte proportion d'éléments aromatiques à point d'ébullition moyen, moins volatiles que les autres fractions, et qui persistent plus longtemps dans l'environnement.

15/ National Commission on Materials Policy, Material needs and the environment, today and tomorrow: Final Report, Washington D.C., juin 1973.

16/ Ibid.

17/ Council of Environmental Quality, OCS Oil and Gas - an Environmental Assessment: Report to the President, Washington D.C., avril 1974.

97. Le pétrole dans l'eau de mer est transformé chimiquement par l'évaporation, la dissolution, l'action microbienne, l'oxydation chimique et les réactions photochimiques, les effets des différents agents étant appelés collectivement "altération". La rapidité avec laquelle l'huile se dégrade dépend dans une large mesure de la lumière, de la température, des éléments nutritifs et des substances minérales, des vents, des marées, des courants et des vagues. Les estimations de la durée du pétrole sont très variables même dans les limites d'un habitat donné. Le problème est encore plus compliqué du fait que les statistiques ne sont pas normalisées dans leur présentation ou leur nature.

98. L'exposition au pétrole peut avoir sur un organisme des effets qui relèvent des caractéristiques physiologiques et du comportement. Nombre de ces effets sont cellulaires. Les effets du pétrole sur les divers organismes peuvent être caractérisés comme suit : a) toxicité directe mortelle; b) bouleversement quasi-mortel des processus physiologiques et du comportement; c) effets d'enrobage direct par le pétrole; d) incorporation d'hydrocarbures (dont les cancérigènes) provoquant la corruption ou l'accumulation d'hydrocarbures dans les organismes, directement ou indirectement par les aliments et e) transformation de l'habitat biologique 18/.

99. La toxicité mortelle peut intervenir quand les hydrocarbures agissent directement sur les processus cellulaires et sous-cellulaires, plus spécialement sur l'activité au niveau des membranes. Les effets quasi-mortels peuvent être aussi de nature cellulaire ou physiologique. Alors qu'ils ne provoquent pas la mort immédiate, les réactions quasi-mortelles peuvent à la longue influencer sur l'existence des organismes, sur la dynamique locale de leur population, etc.. Les points importants dans cette catégorie sont le bouleversement du comportement, l'accroissement de la vulnérabilité aux maladies, la réduction de la photosynthèse, la réduction de la fécondité et des anomalies de développement. L'enrobage est associé généralement aux fractions du pétrole et du pétrole altéré dont le point d'ébullition est élevé. Il peut en résulter un problème pour les espèces sessiles intercotidales, pour le plancton et les oiseaux plongeurs.

100. L'incorporation d'hydrocarbures, dont les cancérigènes, peut être alarmante parce qu'ils s'accumulent dans les organismes marins et peuvent être transférés à d'autres organismes la membrane d'alimentation. La corruption et l'accumulation d'hydrocarbures peuvent se produire dans les organismes marins exposés au pétrole. Des modifications importantes de la composition et de la répartition d'une espèce dans une région se produisent quand un habitat s'est tellement transformé qu'il ne convient plus ou convient dans une moindre mesure à une espèce qui y vivait normalement.

101. Les effets possibles des écoulements de pétrole sur deux genres de populations, les oiseaux et les poissons, sont résumés ci-après 19/. Les nappes de pétrole peuvent être une menace très grave pour les populations aviaires. Les oiseaux sont particulièrement vulnérables au pétrole pour plusieurs raisons. Quand leur plumage intérieur est imbibé de pétrole altéré ou non, l'isolation disparaît et les oiseaux peuvent littéralement mourir de froid quelle que soit la saison.

18/ Ibid.

19/ Ibid.

102. Le pétrole peut être nuisibles aux poissons de cinq manières : a) les oeufs et les larves meurent dans les frayères et dans les zones d'élevage des jeunes par enrobage ou par exposition à des concentrations d'hydrocarbures supérieures à 0,1 part pour un million; ces concentrations se produisent dans les couches non altérées de brut au large des côtes ou de pétrole raffiné à proximité des côtes; b) les poissons adultes meurent ou ne parviennent pas à atteindre les frayères si une nappe de pétrole s'est répandue dans un chenal critique, étroit ou peu profond; c) une population locale en voie de reproduction risque d'être détruite si ses frayères ou ses zones d'élevage des jeunes sont contaminées; d) la fécondité et le comportement au moment du frai peuvent être modifiés; e) les espèces locales dont se nourrissent les adultes, les jeunes, les oeufs et les larves subissent des effets nuisibles. A cet égard, seuls les effets sur les oeufs et les larves dans les zones de frai et d'élevage ont été étudié d'une manière quelque peu détaillée 20/. Des études plus approfondies sont donc nécessaires dans les eaux entourant l'Afrique.

103. Les effets biologiques des écoulements de pétrole continus ne sont pas très bien connus. D'une part, la quantité de pétrole déversée par une plateforme donnée en une année d'exploitation ininterrompue est minime par rapport aux déversements accidentels; en outre, l'effluent du séparateur peut être commandé. Si les écoulements sont continus, il peut en résulter la formation d'une population d'agents microbiens de dégradation à proximité des plates-formes. D'autre part, les éléments du pétrole solubles dans l'eau présents dans les effluents du séparateur comprennent les éléments les plus toxiques du pétrole brut. Les effets biologiques des écoulements continus de pétrole peuvent être considérablement différents des effets d'un déversement accidentel de grandes quantités de pétrole. Des facteurs tels que le nombre des séparateurs et des plates-formes en cause et leur éloignement de la côte sont importants. Les larves, le zooplancton, le phytoplancton et les prédateurs seront probablement détruits s'ils traversent la nappe constituée localement ou, au moins, la partie la plus concentrée de cette nappe. Une population locale de forte densité sera menacée par la nappe déversée par une plate-forme et ses séparateurs à proximité d'une zone critique. L'eau produite pendant les opérations peut contenir dans certains cas des sels de fer, de calcium, de magnésium, de soude et de chlore dont l'évacuation dans l'eau non seulement accroît la teneur en minéraux de l'eau mais abaisse aussi les niveaux d'oxygène en dissolution.

Effets biologiques de la construction des oléoducs

104. Les oléoducs qui transportent le pétrole brut entre les zones de production à la limite du plateau continental et les têtes de lignes sur les côtes peuvent traverser des régions côtières écologiquement riches. Les zones marécageuses et humides abritent des centaines d'oiseaux aquatiques, de mammifères, de reptiles de poissons et autres animaux.

105. D'autres activités peuvent dégrader l'environnement, à savoir la construction d'installations auxiliaires sur la côte, telles que citernes, logements pour le personnel, raffineries, et l'ouverture de baies et de chenaux pour la navigation. Les effets de la construction sur les populations végétales se traduisent généralement par une destruction de la végétation du fait de l'érosion des rives des canaux, du tassage de la végétation et du sol et par des inondations périodiques par des quantités sans précédent d'eau douce ou d'eau salée. Si la nappe phréatique est abaissée en raison

du drainage des terres, la végétation peut disparaître du fait de la toxicité de l'hydrogène sulfuré. Les constructions ont un effet direct sur les populations animales en les privant de leurs abris et de leur nourriture, en les divisant et, d'une manière générale, en les perturbant.

106. La salinité est un paramètre de grande importance pour la vie aquatique dans les zones côtières. La modification des caractéristiques du drainage peut entraîner des fluctuations ou un changement total de la salinité, ce qui a des conséquences néfastes pour les organismes qui vivent le long des côtes. De grandes quantités de sédiments peuvent être déposées, étouffant les plantes et les animaux qui vivent au fond de la mer, obstruant les branchies des poissons et changeant le comportement des organismes. Les huîtres et les coquillages sont particulièrement vulnérables à l'envasement. L'accroissement de la turbidité réduit la vision et la perception olfactive qui sont importantes pour l'existence de nombreux poissons. La turbidité diminue également la pénétration de la lumière dans l'eau, réduisant ainsi la photosynthèse et abaissant la concentration de l'oxygène en dissolution. En outre, l'envasement modifie la répartition des éléments nutritifs 21/.

VI. QUELQUES CONSIDERATIONS DE POLITIQUE GÉNÉRALE

107. Il importe que les politiques de l'environnement soient intégrées dans la planification du développement et soient considérées comme partie intégrante du cadre général de la planification économique et sociale. En d'autres termes, l'amélioration de l'environnement doit être au nombre des multiples objectifs d'un plan de développement. La place de cet objectif dans l'ordre d'urgence par rapport aux autres objectifs du plan doit être déterminée par les pays en fonction de leurs besoins économiques et sociaux les plus urgents et de leur degré de développement.

108. Pour être en mesure de formuler des politiques de l'environnement, les pays en voie de développement ont besoin de renseignements et de connaissances beaucoup plus larges que ce dont ils disposent actuellement. En tête de leur ordre d'urgence, il leur faut donc élargir leurs connaissances et leurs renseignements dans le domaine de l'environnement. Cette nécessité leur imposera d'entreprendre une étude de la situation actuelle de l'environnement et des dangers principaux qui le menacent. Certains de ces dangers se révéleront d'origine locale, alors que d'autres auront leur origine au-delà des frontières nationales.

109. Il importe également que les politiques de l'environnement soient coordonnées avec les politiques d'exploitation de l'énergie, y compris les mesures de conservation de l'énergie. Cette coordination est particulièrement importante pour les pays africains en voie de développement, où les formes d'énergie non commerciales représentent l'essentiel des ressources en énergie, plus spécialement dans les zones rurales. Dans ces conditions, les politiques de conservation, les politiques de l'environnement et les politiques relevant de l'utilisation des ressources en terres dans les campagnes se trouveront intégrées dans les stratégies de la planification du développement rural 22/.

21/ Ibid.

22/ E/CN.14/NRSTD/E/2.

110. Pour formuler des politiques de l'environnement, il faut beaucoup de réflexion, non seulement parce qu'elles doivent être coordonnées avec les politiques de l'énergie et les politiques du développement, mais aussi parce que les mesures qu'elles impliquent auront pour effet d'accroître les prix de revient d'un certain nombre d'entreprises. L'aptitude de ces entreprises à soutenir la concurrence nationale et internationale risque d'être amoindrie, ce qui en fin de compte aura pour effet de dégrader la balance des paiements du pays en cause. En conséquence, l'élaboration d'une bonne politique de l'environnement exige que tous les avantages et tous les inconvénients possibles des mesures à prendre soient soigneusement soupesés. Les politiques de l'environnement peuvent aussi entrer en conflit avec les exigences à respecter pour que soient atteints les objectifs implicites et explicites de l'emploi et de la répartition des revenus. Dans ces conditions, il est à prévoir que les politiques de l'environnement se heurteront à un certain nombre de difficultés sans aucun rapport avec la répartition des ressources.

Le choix des instruments de politique générale

111. En théorie, une société doit tendre à réduire la dégradation de l'environnement due à une activité donnée dans les conditions les moins coûteuses possibles. Les méthodes à appliquer peuvent prendre de nombreuses formes différentes, par exemple la menace de poursuites en dommages et intérêts ou plus souvent l'interdiction légale de l'activité inopportune, la fixation de normes pour des activités déterminées, l'imposition d'impôts, l'octroi de subventions et l'application de mesures directes par l'Etat. Le choix des méthodes doit se fonder sur les principes appliqués généralement pour le choix des solutions à apporter aux problèmes sociaux, tels que le principe de l'efficacité nécessaire dans l'utilisation des ressources pour que les fins sociales voulues soient atteintes et pour que l'administration soit économique et efficace conformément aux normes reconnues de l'équité.

Contrats et action en justice

112. Dans certaines situations, il peut être relativement facile de réaliser l'équilibre nécessaire en modifiant les droits de propriété et les responsabilités pour dommages par l'intermédiaire de contrats de gré à gré, qui pourraient être des instruments utiles à conclure, à améliorer ou à utiliser dans tous les cas possibles. Il en découle bien entendu l'existence de statuts et de lois précises permettant de soutenir la validité des litiges devant les tribunaux. Même dans le cas où ces statuts existent, on ne peut espérer qu'ils s'appliquent à tous les problèmes d'environnement, parce que les frais de transaction, dont les frais qu'impliquent la détermination de la partie lésée et l'organisation du processus de négociation ou de procès, sont trop élevés pour être à la charge de quelques parties seulement.

Règlements

113. Dans les politiques de l'environnement, le principe est le recours par l'Etat à diverses formes de réglementation. Dans tout cas particulier, de nombreuses mesures réglementaires peuvent être adoptées avec des effets différents. Pour certaines mesures les débouchés doivent être plus larges que pour d'autres pour qu'un résultat donné soit atteint; les dépenses qu'impliquent les diverses mesures ne sont pas les mêmes. Dans ces conditions, il faudra peut-être appliquer plus d'une disposition réglementaire, telle que licences, permis, amendes 23/. De nouveaux moyens, tels que les taxes liées

23/ National Commission on Materials Policy, Material needs and the environment, today and tomorrow: Final Report, Washington, D.C., June 1973.

à la réduction progressive du soufre dans les combustibles fossiles, les taxes sur les effluents, sur la qualité de l'air ambiant, les interdictions pures et simples, peuvent en remplacer d'autres, tels que les mesures tendant à inciter le public, les milieux scientifiques et administratifs à prendre conscience de la nécessité d'imposer en matière d'environnement des normes rigoureuses. La plupart des pays africains en voie de développement en sont encore au point où les moyens de ce dernier genre sont appliqués. La seule raison qui milite en faveur de la présentation des mesures du premier genre est de permettre aux pays africains de les appliquer en temps opportun. Du point de vue d'une société donnée, il faut évaluer les coûts et les avantages des mesures réglementaires envisagées, en particulier les frais administratifs et juridiques.

114. Pour que les règlements soient efficaces, il faut qu'ils soient simples et applicables à une série de polluants divers. Il en découle que dans certains cas ils autoriseront une pollution plus forte que l'optimal, une pollution plus faible dans d'autres. Avec des connaissances plus larges, il sera possible de déterminer le règlement optimal, ce qui permettra de minimiser les pertes totales dues aux exigences de la normalisation. Avec une politique plus élaborée, il n'est pas impossible que l'on puisse même déterminer un système optimal de définition de règlement tel que les frais administratifs correspondant aux avantages retirés de la protection de l'environnement.

Subventions

115. Les subventions peuvent se répartir entre trois grandes catégories. Dans le cas des subventions de la première catégorie, l'Etat prend à sa charge les dépenses qu'impliquent certaines mesures antipollution d'une manière fiscale ou autre. Dans une variante de ce genre de subvention, une prime est versée aux entreprises pour la réduction des dégradations, quelle que soit la méthode appliquée à cet effet. Les subventions de la deuxième catégorie sont celles qui sont versées en vue d'atténuer le fardeau financier découlant de l'application d'un règlement, dans le cas, par exemple, où les normes relatives aux émissions maximales sont imposées par la loi. Les subventions de la troisième catégorie sont celles qui impliquent le paiement par l'Etat d'une somme dite "forfaitaire" dans les cas où la politique de l'environnement influe sur les profits et pertes dans des conditions telles qu'elles contrarient l'emploi ou le revenu.

116. Plusieurs arguments d'intérêt socio-économique peuvent être avancés au sujet des diverses méthodes de subvention. En premier lieu, on peut attendre des subventions qu'elles n'aient des effets que dans la mesure où toutes les dépenses supplémentaires sont compensées. En deuxième lieu, les subventions doivent être financées par l'impôt, immédiatement ou à long terme. En troisième lieu, les trois catégories de subvention sont appelées à stimuler l'application de mesures antipollution déterminées, ce qui implique que les mesures seront appliquées probablement à la fin du processus de production au lieu d'être intégrées dans ce processus, alors, que du point de vue socio-économique l'intégration serait souvent plus efficace 24/.

117. En règle générale, il est possible d'avancer que, s'il y a peut-être de bonnes raisons de recourir aux subventions pour compléter d'autres mesures de politique de l'environnement, il importe que les subventions soient manipulées très soigneusement pour obtenir que leurs défauts ne dominent pas leurs mérites.

Les investissements publics

118. La quatrième catégorie d'instruments impliquerait des investissements directs de la part de l'Etat dans les cas où cette solution pourrait être la meilleure.

Problèmes à considérer

119. Les règlements peuvent être relativement faciles à appliquer et à interpréter. Toutefois, il n'est pas facile de vérifier la mesure dans laquelle ils sont respectés. La faiblesse la plus importante de ces règlements, c'est qu'ils manquent de souplesse. Les pouvoirs publics ont certainement du mal à obtenir des renseignements sur les conditions de la production et des prix de revient dans les diverses entreprises en vue de faire en sorte qu'un règlement donné agisse dans le sens du résultat optimal recherché du point de vue socio-économique.

120. Les conditions relatives à la production et aux prix de revient varient considérablement, même entre les industries d'une même branche, et il est peu probable que la réduction la plus forte de la dégradation de l'environnement se produira à la suite des efforts déployés par les entreprises dont les dépenses consacrées à la lutte contre la pollution sont les plus faibles. En outre, les producteurs auront tout intérêt à éviter de provoquer des dégradations dépassant les limites autorisées, sans chercher à les réduire davantage. De plus, les perturbations de l'environnement sont liées à la production des biens qui font l'objet d'une forte demande. Enfin, toutes les mesures réglementaires imposent leurs propres frais, en sorte que, dans certains cas, les dépenses qu'implique un système réglementaire satisfaisant sont tellement fortes qu'elles dépassent la valeur des biens produits.

121. En ce qui concerne les impôts et les subventions, le problème administratif principal est très semblable à celui qu'implique la réglementation. Par exemple, dans le cas des émissions d'anhydride sulfureux, un impôt sur la teneur en soufre du pétrole peut être le même pour tous les utilisateurs ou différent d'un utilisateur à l'autre selon les risques de dégradation. Par exemple, il sera justifié peut-être de frapper un utilisateur installé dans une zone à forte densité de population d'un impôt plus fort que celui qui est appliqué dans le cas d'une centrale électrique très éloignée de toute agglomération. Mais ce système fiscal n'est pas sans inconvénients : le risque par exemple d'inciter les utilisateurs fortement imposés à entrer en tractations en dehors du marché avec ceux qui le sont moins. Quelle est la solution? Quand les tractations entre agents ne sont pas possibles, la réponse est l'impôt discriminatoire. Dans le cas contraire, il semble que la meilleure solution serait de percevoir un impôt uniforme, étant entendu que les mesures de lutte contre la pollution appliquées par certains dépasseraient alors les exigences imposées, en même temps que les mesures appliquées par d'autres resteraient en deçà de ces exigences ^{25/}. En théorie, toutefois, la meilleure solution semblerait être le recours à des structures fiscales compliquées, telles que l'attribution de subventions pour plus d'un facteur de production. Des structures de ce genre auraient plus probablement pour effet d'aboutir à des résultats optimaux, du point de vue de l'économie globale, mais au prix d'un accroissement des frais administratifs.

^{25/} Voir article de I. Stall intitulé "Financial, fiscal and other economic measures and policies, including subsidies and compensation", ST/ECE/ENV/1.

VII. L'ENVIRONNEMENT - RECHERCHES ET SURVEILLANCE NECESSAIRES

122. Outre la nécessité de politiques, de mesures administratives et de mesures de correction, telles qu'indiquées plus haut, la nécessité s'impose aussi dans l'immédiat de recherches fondamentales tendant à la détermination et à la résolution des problèmes particuliers, à l'acquisition des statistiques de base, au rassemblement de renseignements sur l'expérience des autres pays et à la surveillance des changements de l'environnement. Un objectif indispensable de toute politique de l'énergie et de l'environnement est d'obtenir la masse des renseignements qui doivent permettre d'agir sur l'environnement. L'acquisition de ces renseignements exige une coopération étroite et méthodique avec les systèmes d'information nationaux et internationaux. Cette condition revêt une importance particulière dans le cas de nombre de pays africains en voie de développement qui ne sont pas pour le moment en mesure d'entreprendre des recherches fondamentales par leurs propres moyens et qui ne pourront pas le faire avant longtemps.

123. Dans le cadre d'un plan de développement, l'objet principal de toute politique de l'environnement est de préserver et d'améliorer la qualité de l'air ambiant, de l'eau des terres et de la biosphère. Il ne faut pas espérer que le niveau des progrès réalisés grâce à des mesures de protection ou de correction soit mesurable dans des conditions satisfaisantes avant longtemps. Les systèmes de mesure et de surveillance doivent se fonder sur des bases et sur des paramètres qui n'ont pas encore été déterminés. Le mécanisme actuel de gestion de l'environnement et d'exploitation des ressources ne repose pas sur des connaissances suffisantes. Des recherches et une surveillance appropriées peuvent aboutir à une meilleure définition et à une meilleure compréhension, qui fourniront des critères pour la gestion de l'environnement dans les pays en voie de développement, mais permettront en outre à ces pays d'éviter les dangers menaçant l'environnement et d'établir un système rationnel de gestion des ressources naturelles.

124. Un des problèmes auxquels les pays en voie de développement auront à surmonter pour la fixation de normes concernant les effluents provient du fait que la détermination d'une limite pour le volume et la nature des effluents particuliers aux lieux critiques est sans doute une entreprise très complexe. Dans certains cas, la condition à remplir sera peut-être que les émissions ne dépassent pas un certain pourcentage de la substance nuisible dans les facteurs de production prévus. La norme pourra varier selon le lieu, le temps, la période de l'année et les conditions atmosphériques. Les pays en voie de développement se heurteront à un autre problème encore, à savoir celui de la détermination avec précision de la concentration maximale acceptable pour les effluents particuliers et la détermination des variations de cette concentration dans des conditions différentes. Les recherches et la surveillance permettront sans doute de résoudre certains de ces problèmes.

125. Eu égard à l'incertitude des connaissances relatives à l'environnement, il importe qu'un programme de recherches ininterrompues soit entrepris pour englober une large série de localités, allant de celles où il est reconnu que les émissions sont fortes à celles que l'on suppose encore à l'abri des émissions. Il reste encore beaucoup à faire pour avoir une idée exacte des effets des polluants dont les concentrations se situent encore à un niveau relativement bas. Tant que ces études n'auront pas été faites, il ne sera pas possible de déterminer les effets toxiques de la pollution de faible niveau au long de longues périodes de temps. A cet égard, les gouvernements nationaux seront sollicités; on espère qu'ils réagiront favorablement en apportant un appui financier pour les études sur la santé dans ses rapports avec l'environnement. Ces études axées sur l'environnement devront incorporer des statistiques sur les caractéristiques de l'environnement assez élaborées pour permettre de révéler les changements dans le temps, y compris des statistiques sur les matières toxiques transportées par l'air, les aliments, l'air et sur leur absorption par les êtres humains.

126. Les effets à long terme des émissions de substances chimiques et de matières particulaires et des dégagements de chaleur sur le climat ne sont pas connus, mais ils sont à l'origine d'une appréhension suffisante pour justifier que des efforts soient déployés dans le monde entier pour les étudier. Les questions relatives au transport à longue distance des diverses matières libérées, de leur concentration à travers des processus physiques et biologiques, de leurs effets sur la pluviosité et sur les océans sont associées étroitement au climat. Il importe que les pays africains en voie de développement s'attachent à l'étude de ces questions.
127. L'utilisation irrationnelle des terres contribue dans une large mesure à l'érosion par l'eau et le vent et au transport de sédiments vers les mers et les océans, si bien qu'il en découle un problème de protection de l'environnement qui prend des proportions internationales. Les conditions dans lesquelles les arbres sont cultivés et exploités risquent de donner lieu à un problème mondial, en raison des effets du traitement infligé aux forêts sur la productivité biologique d'immenses étendues à travers le monde. A cet égard, le terme productivité concerne non seulement la production de bois, mais aussi la totalité de l'écosystème associé aux forêts. Il importe qu'un programme de recherches fondamentales et de surveillance élaborée portant sur les facteurs relevant de l'environnement soit lancé sur le plan mondial.
128. Il faudrait aussi mettre à l'épreuve certaines solutions, en particulier la conception de nouveaux systèmes de transport, de production et de distribution de nature à exercer des contraintes aussi réduites que possible sur l'environnement.
129. L'examen des problèmes qu'impliquent les effets de la production et de l'utilisation de l'énergie sur l'environnement mérite d'être classé comme hautement prioritaire. On pourrait proposer, par exemple, une intensification considérable des expériences portant sur l'énergie solaire, l'énergie géothermique, les biogaz et les sources d'énergie les moins polluantes. Certes, l'utilisation de certaines de ces formes d'énergie donnera lieu à des problèmes d'environnement, mais leur adoption se traduira probablement par une diminution des contraintes exercées sur l'environnement.
130. La combustion de certains combustibles fossiles, le charbon en particulier, donne lieu à l'émission de particules dans l'atmosphère. Ces particules, associées à d'autres poussières très fines libérées dans l'atmosphère peuvent modifier l'équilibre thermique du globe si elles existent en quantités critiques. Des renseignements suffisants n'existent pas sur la mesure dans laquelle ces particules influent sur l'équilibre thermique du globe. Il sera nécessaire de procéder à des études pour déterminer les propriétés locales de certaines de ces particules, les degrés de concentration dans les diverses couches de l'atmosphère et leurs effets sur la réfraction de la lumière par les nuages.
131. La nécessité s'impose aussi de recherches sur l'évolution d'un grand nombre d'espèces de la faune et de la flore marines dans les eaux tropicales, compte tenu de la détermination des taux de survie, de la fécondité, du comportement des larves, de la migration, etc.; de la réaction des communautés, au niveau des espèces, à la suite d'incidents de pollution, du processus de dégradation du pétrole et des taux d'altération en fonction de la température et de la lumière, des relations physiques et chimiques des hydrocarbures du pétrole et des matières sédimentaires, dont le transport, des effets des sédiments sur la dégradation des fractions aromatiques à faible point d'ébullition, de la détermination des hydrocarbures toxiques particuliers, des effets des hydrocarbures sur les pêches commerciales et des effets du pétrole sur les membranes d'alimentation.

VIII. RESUME ET CONCLUSIONS

132. La prospection, la production, la transformation, le transport et l'utilisation de l'énergie produisent des déchets de formes variées et en quantités variables. Certains de ces déchets exercent des effets nuisibles sur l'environnement. Quand il est question des problèmes d'environnement associés à l'énergie, il y a lieu de s'attacher spécialement aux effets de la production et de l'utilisation du charbon; il importe aussi d'accorder une attention particulière à l'émission d'éléments toxiques sous forme de traces par les centrales électriques brûlant du charbon. La prospection, la production, le transport, le raffinage et l'utilisation du pétrole donnent lieu également à de graves problèmes d'environnement, dont ceux qui découlent des accidents survenus aux pétroliers, du déversement intentionnel de pétrole, des incendies et des scufflages dans les puits de pétrole, de l'évacuation des saumures et de la pollution de l'air et de l'eau due aux résidus rejetés par les raffineries.
133. L'extraction du pétrole et du gaz naturel au large des côtes peut être directement nuisible à l'environnement en raison des évacuations régulières qu'impliquent les opérations normales, du déversement dans la mer des boues et des déchets de forage et des effets de la construction des plates-formes et des oléoducs sur le fond de l'océan. L'évacuation quotidienne de pétrole, de boues et de déchets de forage et autres matières peut se traduire par des dommages écologiques quasi-mortels ou à long terme. Il importe donc que les opérations quotidiennes soient méticuleusement surveillées et que les évacuations de pétrole, de boues et de déchets de forage fassent l'objet de règlement rigoureux strictement appliqués.
134. En raison des dangers dus aux écoulements de pétrole au large des côtes pour un certain nombre de zones écologiquement vulnérables, il importe que ces zones soient déclarées protégées et que les plates-formes, les oléoducs et les pétroliers y soient interdits. Les effets possibles de l'exploitation des ressources pétrolières sur la pêche commerciale doivent être déterminés avant le commencement des opérations.
135. La dégradation de l'environnement est toujours associée à la production d'électricité au moyen de combustibles fossiles, mais les centrales hydro-électriques peuvent avoir elles aussi des effets nuisibles sur l'environnement. Par exemple, la construction de barrage et la création de lacs artificiels peuvent avoir pour effet un relèvement du niveau des eaux, ce qui se traduit par l'envasement des réservoirs, l'assèchement des zones de pêche en aval, l'accélération de la concentration saline et de l'envahissement des eaux, l'inondation de terres agricoles et forestières précieuses, la diffusion de la pollution et la perte de ressources minérales, de zones habitées par la faune sauvage et de sites historiques de grande valeur.
136. L'abattage anarchique des arbres et leur utilisation pour le chauffage peuvent provoquer des dommages irréparables à des forêts tout entières ou à des parties de forêts. Cette situation existe déjà dans un certain nombre de pays africains et, dans certains cas, les pouvoirs publics ont conscience des dégâts commis. Il conviendrait que les gouvernements proclament nettement qu'ils ne permettent pas l'abattage anarchique des arbres et que tous ceux qui ne respecteront pas la loi à cet égard sont financièrement responsables des dommages infligés à la société.
137. Dans les cas où des lois tendant spécifiquement à la protection des forêts n'existent pas, les gouvernements doivent en promulguer, parce que faute de mesures juridiques d'interdiction la destruction inconsidérée des forêts se poursuivra.

La majeure partie de la population des pays africains habite encore les zones rurales, où les aménagements sont réduits à leur plus simple expression et où le développement de l'infrastructure réclame encore la plus grande attention, pour permettre l'amélioration des niveaux de production et de revenu. En raison de la prédominance du sous-développement dans les zones rurales, la tendance chez les populations rurales est de glisser vers les villes, ce qui aggrave les conditions urbaines. Ce glissement pourrait être arrêté ou tout au moins ralenti grâce à une planification méticuleuse du développement dans les zones rurales, une attention toute particulière étant accordée aux ressources en énergie qui existent dans ces zones. La majeure partie des populations rurales utilisent le bois ou les dérivés du bois pour leurs besoins en matière de chauffage ce qui se traduit inévitablement par l'abattage généralisé, des arbres; faute de réglementation, cette situation pourrait entraîner l'érosion du sol et, dans certains cas, une modification des conditions climatiques dans les régions déboisées. Il importe donc au plus haut point que toute l'attention nécessaire soit consacrée à l'environnement rural et à la planification du développement rural intégral.

138. A l'occasion de la production d'électricité, la majeure partie des polluants rejetés dans l'air proviennent de la combustion de combustibles fossiles. L'oxyde de carbone, qui est le principal produit de la combustion, peut avoir des effets physiologiques nuisibles quand les concentrations sont fortes. Des quantités appréciables de particules, d'anhydride sulfureux et d'oxydes d'azote sont également libérées par les installations de production d'électricité, plus particulièrement les centrales thermiques, qui sont à l'origine grosso modo du tiers des émissions de particules et de la moitié des émissions d'anhydride sulfureux. Ces chiffres correspondent aux moyennes mondiales, qui représentent plus particulièrement les tendances propres aux pays développés pour lesquels des renseignements suffisants existent. Dans le cas des pays en voie de développement, il n'existe pas de statistiques par source de pollution.

139. La production et la consommation d'énergie libèrent certaines quantités de résiduelle dans l'atmosphère. Il est certain que, dans les pays en voie de développement, dont les pays africains, l'industrialisation est encore dans l'enfance et que les quantités de chaleur engendrées par la production d'électricité est négligeable par rapport aux niveaux des pays développés, mais il y a lieu de reconnaître que, dès que cette chaleur est dans l'atmosphère, elle peut influencer sur l'environnement largement au-delà des frontières du monde développé. Ces effets intéressent donc à la fois les pays développés et les pays en voie de développement.

140. Un certain nombre de mesures tendant à minimiser les émissions de polluants, dont la chaleur résiduelle, et d'en restreindre les effets sont déjà appliquées ou font l'objet d'études intensives.

141. Les polluants ont des effets biologiques nuisibles. La pollution de l'atmosphère est néfaste à la vie végétale. La chaleur résiduelle évacuée dans les systèmes hydrauliques peut avoir des effets sensibles sur les écosystèmes marins, en modifiant la teneur en oxygène de l'eau, ce qui provoque parfois la mort immédiate, étant donné que l'oxygène est indispensable aux organismes marins. La pollution de l'air a en outre des effets néfastes sur la santé des êtres humains, soit directement, soit en diminuant la résistance du corps humain aux substances toxiques. L'exposition des organismes au pétrole peut être nuisible du point de vue des fonctions physiologiques et du comportement, les résultats pouvant être mortels ou quasi-mortels. Dans le cas des effets quasi-mortels, l'existence de l'organisme attaqué peut être compromise, même si la mort ne survient pas immédiatement.

142. Les écoulements de pétrole à proximité des côtes peuvent être particulièrement nuisibles pour la vie marine. Les terres submergées par la marée, les terres côtières humides, les marécages des rives des fleuves et les baies abritées sont habitées par de nombreux organismes à toutes les phases de leur croissance. Le pétrole répandu à proximité des côtes atteindra probablement la terre plus rapidement que s'il est déversé en haute mer. Si le pétrole déversé atteint la terre ferme au bout d'un ou deux jours, les organismes vivants sont détruits immédiatement en quantités énormes dans tous les habitats exposés et il faudra peut-être des années pour rétablir la situation.

143. Le public prenant conscience de plus en plus des problèmes, la qualité de l'environnement fera l'objet d'exigences de plus en plus impératives. Dans ces conditions, ce qui est nécessaire en Afrique c'est que le public prenne partout conscience des problèmes d'environnement qu'impliquent tous les aspects de l'exploitation et de l'utilisation de l'énergie. Alors que les effets sur l'environnement de la prospection, de la production, du traitement, de la transformation, du transport et de l'utilisation des ressources en énergie ne sont pas encore complètement compris, ils n'en sont pas moins très étendus. Il importe donc que les planificateurs s'attachent immédiatement aux problèmes correspondants et les envisagent aussi du point de vue des mesures à prendre à long terme.

144. Cette prise de conscience de plus en plus ferme aboutira certainement à l'élaboration et à l'application de politiques de l'environnement, coordonnées avec les politiques de l'énergie et des autres ressources et intégrées dans la planification du développement intégral. Pour qu'il soit possible de formuler des politiques de l'environnement efficaces, il faudra recueillir des renseignements beaucoup plus nombreux que ceux qui existent actuellement dans les pays africains en voie de développement. La priorité doit donc être accordée à l'acquisition de ces connaissances. Nombreux sont les instruments de politique générale qui peuvent être appliqués, dont les contrats et le règlement des litiges de gré à gré, les règlements, les impôts et les subventions, les investissements directs et la part de l'Etat. Tous ces moyens ont leurs avantages et leurs inconvénients et leur application implique obligatoirement des problèmes particuliers.