



Conseil économique
et social

Distr.
GÉNÉRALE

E/C.7/1996/11
23 avril 1996
FRANÇAIS
ORIGINAL : ANGLAIS

COMITÉ DES RESSOURCES NATURELLES
Troisième session
6-17 mai 1996
Point 11 de l'ordre du jour provisoire*

PRISE EN COMPTE DE LA QUESTION DE L'APPROVISIONNEMENT DURABLE
EN RESSOURCES MINÉRALES DANS LES MÉCANISMES D'APPLICATION
D'ACTION 21 ADOPTÉS PAR LES ORGANISMES DES NATIONS UNIES

Approvisionnement durable en ressources minérales dans
le cadre d'Action 21

Document directif intersessions du Comité des
ressources naturelles

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Paragrapes</u>	<u>Page</u>
INTRODUCTION	1 - 23	3
I. CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE ET ACCROISSEMENT DE LA DEMANDE	24 - 38	8
A. "L'espace vital"	31 - 33	9
B. Utilisation des ressources par habitant	34 - 38	11
II. VERS DES MODES DE CONSOMMATION VIABLES : ATTÉNUATION DES EFFETS DE L'UTILISATION DES RESSOURCES	39 - 74	12
A. Effets sur l'environnement de l'utilisation des minéraux et stratégies d'intervention	40 - 60	12
B. Suivi du cycle de vie des minéraux	61 - 69	16
C. Surveillance de l'environnement terrestre	70 - 74	18

* E/C.7/1996/1.



TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<u>Paragraphes</u>	<u>Page</u>
III. VERS DES MODES DE CONSOMMATION VIABLES : RESSOURCES DISPONIBLES	75 - 113	19
A. Perspectives générales	75 - 81	19
B. Échéance de la viabilité : ressources identifiées et ressources non découvertes	82 - 91	20
C. Facteurs stratégiques	92 - 95	23
D. Les terres pouvant être exploitées	96 - 97	24
E. Évaluation du potentiel minéral	98 - 113	25
IV. Conclusion : observations sur les recommandations .	114 - 117	28

Schémas

1. Accroissement de la population mondiale et réduction correspondante de l'espace vital mondial	10
2. Système australien de classification des ressources	21

INTRODUCTION

1. Le Comité des ressources naturelles a noté avec préoccupation que les questions relatives aux ressources minérales, et notamment celle de l'approvisionnement durable en ressources minérales, n'étaient guère traitées explicitement dans l'Action 21¹. Ces questions ont trait notamment à la continuité des approvisionnements, qui est déterminée par les réserves mondiales et les obstacles limitant l'accès à ces réserves, aux considérations liées à la demande de ressources minérales, telles que les incidences de l'utilisation des minéraux sur l'environnement, l'efficacité de leur utilisation, le recyclage et la substitution. Le lien entre toutes ces questions réside dans la notion de mode de consommation viable.
2. Le développement technologique et économique spectaculaire et la croissance démographique qui en a résulté aux XIXe et XXe siècles ont été rendus possibles par l'utilisation croissante de nombreuses ressources naturelles, principalement le pétrole et les ressources minérales. Ces ressources sont à la base des industries énergétiques, manufacturières, de communication et du bâtiment²; elles sont également à la base de l'industrie agricole moderne, qui est tributaire des machines, des engrais, des herbicides et pesticides. Et la consommation des ressources en question continue d'augmenter.
3. Des divergences d'opinion subsistent quant à la disponibilité des ressources minérales à long terme. Elles sont dues en partie aux différentes échelles de temps considérées et en partie au fait que l'on ne connaît pas réellement le potentiel exploitable (y compris par recyclage), et qu'il est difficile de prévoir la demande future compte tenu des mutations technologiques et des substitutions qui pourraient être opérées dans l'avenir aussi bien pour les matériaux que pour les sources d'énergie. Dès lors, l'accent doit être mis actuellement sur l'amélioration des stratégies de gestion appliquées à l'échelle mondiale pour assurer un approvisionnement optimal et une utilisation rationnelle des ressources disponibles en réduisant au minimum les incidences sur l'environnement.
4. Le rapport Brundtland³ a noté les problèmes de gestion particuliers que l'épuisement des ressources non biologiques posait dans l'optique d'un développement durable. Il soulignait à cet égard la nécessité de tenir compte, dans l'utilisation d'une ressource particulière, de l'existence de techniques permettant de minimiser l'épuisement et de l'éventualité de trouver un produit de remplacement. Ainsi, il importait de ne pas épuiser les sols au-delà de toute récupération possible. S'agissant des minéraux et des combustibles fossiles, il fallait surveiller le rythme d'épuisement et introduire des méthodes de recyclage et d'économie pour faire en sorte que les ressources ne disparaissent pas avant que l'on ait trouvé des substituts convenables. Dans l'esprit du développement durable, il importait au plus haut point que le rythme d'épuisement des ressources non renouvelables compromette le moins possible l'avenir.
5. Au cours des dernières décennies, la crainte que les ressources disponibles imposent des limites à la croissance économique nationale ou mondiale a été généralement remplacée par une autre préoccupation plus immédiate, à savoir les limitations liées aux incidences de l'accroissement de la population humaine et

de la quantité des ressources qu'elle consomme sur l'environnement. La dégradation des sols, la pénurie d'eau et la pollution de l'air et de l'eau constituent peut-être les problèmes les plus urgents, mais la question qui a le plus retenu l'attention des gouvernements est celle du réchauffement de la planète causé par les gaz à effet de serre et tout particulièrement les émissions de dioxyde de carbone. La pression poussant à abandonner les combustibles fossiles au profit des sources d'énergie renouvelables (et de l'énergie nucléaire) est due à la détection d'incidences sur l'environnement plutôt qu'à une prise de conscience du fait que les réserves de pétrole sont manifestement limitées ou qu'il est souhaitable de préserver ce produit chimique ou ce matériau de base précieux pour des usages autres que la production d'énergie. Le souci de la protection de l'environnement entraîne aussi des changements dans les modes de consommation et a un effet modérateur sur la demande de certains minéraux métalliques.

6. Action 21 a été élaboré lors de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED) pour aborder les problèmes urgents d'aujourd'hui et chercher aussi à préparer le monde aux tâches qui l'attendent au cours du siècle prochain (par. 1.3). La Commission du développement durable, qui a pour mandat de promouvoir la mise en oeuvre d'Action 21, a recommandé d'établir des indicateurs pour aider à évaluer les progrès dans la réalisation d'un développement durable.

7. Les travaux effectués sur les indicateurs du développement durable portent essentiellement sur l'aptitude de l'environnement mondial à supporter les effets des activités humaines : fondés habituellement sur le modèle "pression, situation, action", ils sont relativement rudimentaires pour l'instant par rapport aux indicateurs économiques et sociaux traditionnels⁴. De surcroît, les effets environnementaux sont eux-mêmes étroitement liés à l'utilisation croissante des ressources minérales, énergétiques et hydriques, et il est nécessaire de mettre au point des indicateurs complémentaires qui tiendraient compte des ressources non renouvelables⁵.

8. Dans Action 21, on demandait également d'identifier des "modes de consommation équilibrés qui soient viables à long terme à l'échelle mondiale [par. 4.10 e)]. La notion de mode de consommation viable a pour corollaire celle de mode de production viable et elle est habituellement envisagée sous l'angle des effets environnementaux qui engendrent une contrainte à court terme. On note par exemple que la cause principale de la dégradation continue de l'environnement mondial est un schéma de consommation et de production non viable, notamment dans les pays industrialisés... (par. 4.3). Mais il faut également veiller à la viabilité des approvisionnements pendant toute la durée nécessaire et, à plus long terme, ce sera peut-être là l'impératif primordial.

9. L'objectif à l'échelle mondiale doit être en fin de compte de mettre au point des modèles assurant une relative stabilité de la société, un état dans lequel un équilibre global serait maintenu entre la population et les ressources disponibles⁶. On comprend bien la nature générale du problème et on reconnaît qu'il faut faire un effort soutenu pour encourager une utilisation plus efficiente des ressources et réduire les déchets au minimum. Un rapport établi par la Commission économique pour l'Europe note que les changements à introduire dans les modes de production et de consommation pour satisfaire aux critères du

développement durable exigeront des interventions dans tous les secteurs de l'activité économique et sociale. Mais on dit également dans ce même rapport qu'il faudrait tout d'abord donner une définition appropriée de la notion de mode de consommation viable dans une charte⁷.

10. Il est clair, comme on l'avait déjà suggéré dans le rapport Brundtland, que la définition des modes de consommation viables doit tenir compte de toutes les questions clefs relatives aux ressources minérales : l'aptitude de l'environnement à supporter les effets de l'utilisation des ressources, la nécessité d'assurer un approvisionnement durable pour des ressources à caractère essentiellement non renouvelable et les possibilités de modifier les modes de production et de consommation grâce à une utilisation plus rationnelle des ressources, à l'introduction de nouvelles technologies, au recyclage et à la substitution.

11. L'inquiétude croissante face aux incidences de l'exploitation, de l'extraction et de l'utilisation des minéraux sur l'environnement crée également des contraintes économiques ou socio-politiques quant à la capacité de satisfaire la demande. Cette capacité est réduite de façon plus générale par des utilisations concurrentes des terres à mesure que la population mondiale s'accroît. Il est probable que cette concurrence soustraira des zones supplémentaires à la prospection et à la mise en valeur, comme cela s'est déjà produit dans certaines régions d'Europe et des États-Unis.

12. Il est donc extrêmement important de traiter les questions relatives à l'approvisionnement en ressources minérales dans le cadre de l'approche proposée au chapitre 10 d'Action 21 (Conception intégrée de la planification et de la gestion des terres). On dit, en termes généraux, que l'intégration doit se réaliser sur deux plans en tenant compte, d'une part, de tous les facteurs écologiques, économiques et sociaux (dont, par exemple, l'incidence des activités des divers secteurs économiques et sociaux sur l'environnement et les ressources naturelles) et, d'autre part, de tous les autres éléments de l'environnement et des ressources (air, eau, biotes, terres, ressources géologiques et naturelles) considérés simultanément (par. 10.3).

13. Or, on a généralement tendance à négliger les ressources minérales dans les débats sur les ressources foncières et les ressources naturelles, et les questions relatives aux minéraux ne font guère l'objet d'une analyse spécifique dans Action 21 ou dans les activités de suivi (voir E/CN.17/1995/2). En particulier, il n'y a pas dans Action 21 de chapitre consacré au secteur des ressources minérales, comme pour d'autres secteurs tels que l'agriculture (chap. 14). Le présent document tente de remédier à cette lacune. Il est fondé sur la conviction que la compréhension des questions clefs relatives aux ressources minérales peut contribuer à une plus grande cohérence dans la mise en oeuvre d'Action 21 et que ces questions revêtent une importance particulière pour les pays en développement et les pays en transition.

Champ de l'étude

14. Dans le cadre général qui a été esquissé plus haut, la présente étude se fixe des objectifs limités. Elle vise en premier lieu à souligner l'importance cruciale des ressources minérales pour le développement durable et la qualité de

la vie et, partant, à recenser des mesures simples et peu coûteuses à mettre en oeuvre au niveau international. Ces mesures donneront lieu à de nouveaux échanges d'informations pour donner une meilleure base aux stratégies de planification et de gestion à l'échelle mondiale et à l'intégration des considérations relatives à l'environnement et au développement.

15. Parallèlement à l'objectif d'un avenir écologiquement stable inscrit dans la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement⁸ et plus explicitement dans le principe 7, l'Organisation des Nations Unies se donne pour but d'améliorer le niveau de vie dans les pays les moins avancés (principes 5 et 6). Elle cherche depuis longtemps à aider les pays en développement à mettre en valeur leurs ressources minérales, voyant là un moyen de réaliser ces principes. On se propose d'analyser les problèmes particuliers des pays producteurs de minéraux, et notamment des pays les moins avancés, dans un document directif que la Commission du développement durable publiera ultérieurement. Mais les actions internationales suggérées dans le présent document devraient présenter un intérêt particulier pour ces pays.

16. Le présent document traite des minéraux métalliques et des minéraux à usage industriel mais laisse de côté les minéraux combustibles⁹. Pour les raisons indiquées dans la suite du document, les recommandations visent tout particulièrement les minéraux métalliques.

17. Les questions primordiales relatives aux ressources minérales, qui ont été mentionnées plus haut, appellent un examen de l'ensemble du cycle des ressources minérales, depuis la prospection et la découverte des minéraux jusqu'à la récupération ou à l'élimination des déchets en passant par l'extraction, le traitement, la transformation et l'utilisation. Certains aspects situés en aval, liés à l'élimination des déchets et à la pollution, sont évoqués dans l'Action 21 aux chapitres 19 (Gestion écologiquement rationnelle des substances chimiques toxiques) et 20 (Gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux), et il existe de nombreux projets dans ces domaines¹⁰. Le présent document est donc focalisé sur les aspects du cycle qui touchent plus directement l'approvisionnement durable en ressources minérales et les modes de consommation viables – extraction et utilisation efficaces, recyclage, introduction de nouvelles technologies et substitution – et qui reflètent tous, au moins en partie, un souci de protection de l'environnement et contribuent à freiner la croissance de la demande globale.

18. La gestion des ressources minérales exige une coopération entre le secteur privé et le gouvernement (et les autres parties prenantes) à différents niveaux. Au cours des dernières décennies, la prospection des minéraux métalliques a été de plus en plus monopolisée par des sociétés minières internationales qui possèdent les ressources et les compétences nécessaires pour localiser et mettre en valeur de vastes gisements (reproduisant un phénomène précédemment observé dans l'industrie du pétrole). Par voie de conséquence, la mise en valeur de ces ressources minérales est assurée dans une très large mesure par des entreprises privées sous la supervision générale des gouvernements et des administrations locales conformément au principe 2 de la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement.

19. Les recommandations contenues dans le présent document ont été élaborées en tenant pleinement compte du rôle que joue l'industrie minière internationale dans la prospection et la mise en valeur rationnelles des ressources minérales de la planète. Elles visent donc à compléter son action dans le cadre du partenariat mondial pour le développement durable. Du reste, les mesures proposées ci-dessous seront également utiles à cette industrie dans la mesure où elles fournissent une meilleure base de connaissances pour les stratégies de prospection et de mise en valeur. Elles s'inscrivent également dans un rapport de complémentarité avec l'approche adoptée par la Conférence internationale sur le développement, l'environnement et l'industrie minière¹¹. Cette conférence a accordé une attention particulière au rôle joué par les secteurs public et privé, mais surtout les gouvernements nationaux, à l'égard des activités extractives et de leurs effets sur l'environnement.

20. Les questions clefs relatives aux ressources minérales sont traitées avec une efficacité croissante aux échelons national et régional. Mais comme elles ont en fin de compte une dimension planétaire, leur analyse doit être effectuée également à l'échelle mondiale. En outre, cette analyse permettra, dans le cadre d'un partenariat mondial, de procéder à une évaluation plus réaliste des stratégies de gestion à appliquer au niveau des pays et des régions. L'ONU aurait donc un rôle primordial à jouer dans la coordination et l'intégration de l'information sur les questions clefs relatives aux ressources minérales à l'échelle mondiale, conformément aux principes énoncés dans l'Action 21, en particulier aux chapitres 35 (La science au service d'un développement durable), 37 (Mécanismes nationaux et coopération internationale pour le renforcement des capacités dans les pays en développement) et 40 (Information pour la prise de décisions).

21. On note au chapitre 8 d'Action 21 (Intégration du processus de prise de décisions sur l'environnement et le développement) que, pour que la notion de durabilité puisse être intégrée aux méthodes de gestion économique, il faudra d'abord mieux déterminer le rôle crucial de l'environnement comme source de capital à l'état naturel et comme dépôt des résidus de la production humaine de capital et d'autres activités humaines (par. 8.41). Ce capital naturel doit comprendre tous les minéraux et le présent document a notamment pour objet de faciliter l'accomplissement de cette première tâche en indiquant comment procéder pour mieux mesurer ces paramètres dans le cas des minéraux.

22. À l'heure actuelle, il y a des lacunes importantes dans la base de connaissances mondiale. Aussi, le présent document essaie-t-il d'identifier certaines de ces lacunes et de suggérer des approches possibles pour les combler. Il propose également pour ce faire une solution relativement peu coûteuse : faire fond sur les initiatives actuellement prises par de nombreux organismes nationaux et régionaux.

23. Les principales questions relatives aux ressources minérales présentent aussi un lien commun avec le problème plus général de la croissance démographique mondiale. Aussi, examine-t-on certains aspects de la relation entre la population, les ressources et l'environnement avant d'analyser plus avant les facteurs qui atténuent les effets de l'utilisation des ressources ou qui influent sur la disponibilité des ressources.

I. CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE ET ACCROISSEMENT DE LA DEMANDE

24. La population mondiale atteindra fort probablement 8 milliards d'habitants au cours des 30 à 40 prochaines années et ne devrait pas se stabiliser très en-dessous de 12 milliards d'habitants avant la fin du XXI^e siècle¹². Dans le même temps, il faut s'efforcer d'améliorer les niveaux de vie dans les pays les moins avancés. En l'absence de mesures importantes de "dématérialisation", la demande de matériaux et d'énergie ne cessera d'augmenter du fait de l'accroissement rapide de la population et de ses aspirations à de meilleurs niveaux de vie. Par ailleurs, l'accroissement de la consommation imposera une nouvelle charge très lourde à l'environnement.
25. Selon le rapport Brundtland, il faudrait une expansion économique mondiale d'un facteur de 5 à 10 pour satisfaire aux exigences d'une population croissante qui aspire à un meilleur niveau de vie. Il semblerait que cette expansion puisse être assurée essentiellement grâce à une utilisation plus rationnelle des matériaux et de l'énergie et à l'application de technologies plus perfectionnées qui permettent de réduire son impact sur l'environnement.
26. Toutefois, on a tenté d'établir depuis une distinction entre, d'une part, la croissance économique qui suppose un apport accru d'énergie et de matériaux et, d'autre part, le développement économique qui peut être atteint grâce à une plus grande efficacité, sans augmentation de la consommation de matériaux¹³. Sur cette base, on a estimé que le rapport Brundtland était excessivement optimiste car une expansion d'un facteur de 5 à 10 pouvait provenir du seul développement, et si elle provenait essentiellement de la croissance elle serait absolument insoutenable¹².
27. Dans les pays développés, l'expansion économique a été très largement dissociée de la consommation de minéraux métalliques au cours des dernières décennies. Ainsi, l'intensité d'utilisation (kilogrammes/millions de dollars du PNB) d'aluminium baisse depuis 1975¹⁴. Le remplacement par des matériaux non métalliques, conjugué à une utilisation plus efficace des métaux, expliquent en partie la réduction de l'intensité d'utilisation des métaux dans les pays industrialisés. Un autre facteur ayant contribué à ce phénomène est la forte augmentation de la valeur ajoutée des produits finis. Toutefois, bien que les métaux aient désormais une importance relative moindre dans les pays industriels, les quantités de métaux utilisés en valeur absolue n'ont pas sensiblement diminué, en d'autres termes, il n'y a pas eu de dématérialisation générale¹⁵.
28. La consommation continue d'augmenter à l'échelon mondial; si la demande de certains minéraux s'est stabilisée et a même baissé dans certains pays développés, ce phénomène a été plus que compensé par l'accroissement de la demande dans les pays et régions en développement, notamment en Asie du Sud-Est où l'on observe aussi une croissance démographique rapide. Ainsi, la consommation par habitant en République de Corée et à Taiwan (province de Chine), pays en voie d'industrialisation récente, a augmenté rapidement ces 30 dernières années pour atteindre des niveaux comparables à ceux des pays industrialisés. Des analyses récentes¹⁶ font en outre apparaître que la population des régions sous-développées qui représentait 68 % de la population mondiale en 1950 comptait pour 77 % en 1990 et que la consommation de divers

métaux qui se situait entre 1 % et 5 % était passée de 12 à 25 % durant la même période.

29. Pour des raisons analogues, il paraît probable que la demande de minéraux combustibles continuera d'augmenter pendant plusieurs décennies¹⁷. En revanche, la demande d'énergie a continué de progresser aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement. L'utilisation accrue de matériaux et d'énergie aura fatalement des répercussions accrues sur l'environnement.

30. Le lien entre population, utilisation des ressources et environnement ressort aussi clairement des notions d'utilisation des ressources par habitant et d'utilisation de l'espace par habitant. L'impact total de la population est le produit de la population et de l'utilisation des ressources par habitant¹⁸, lequel peut être limité en limitant l'un ou l'autre de ces facteurs, ou les deux.

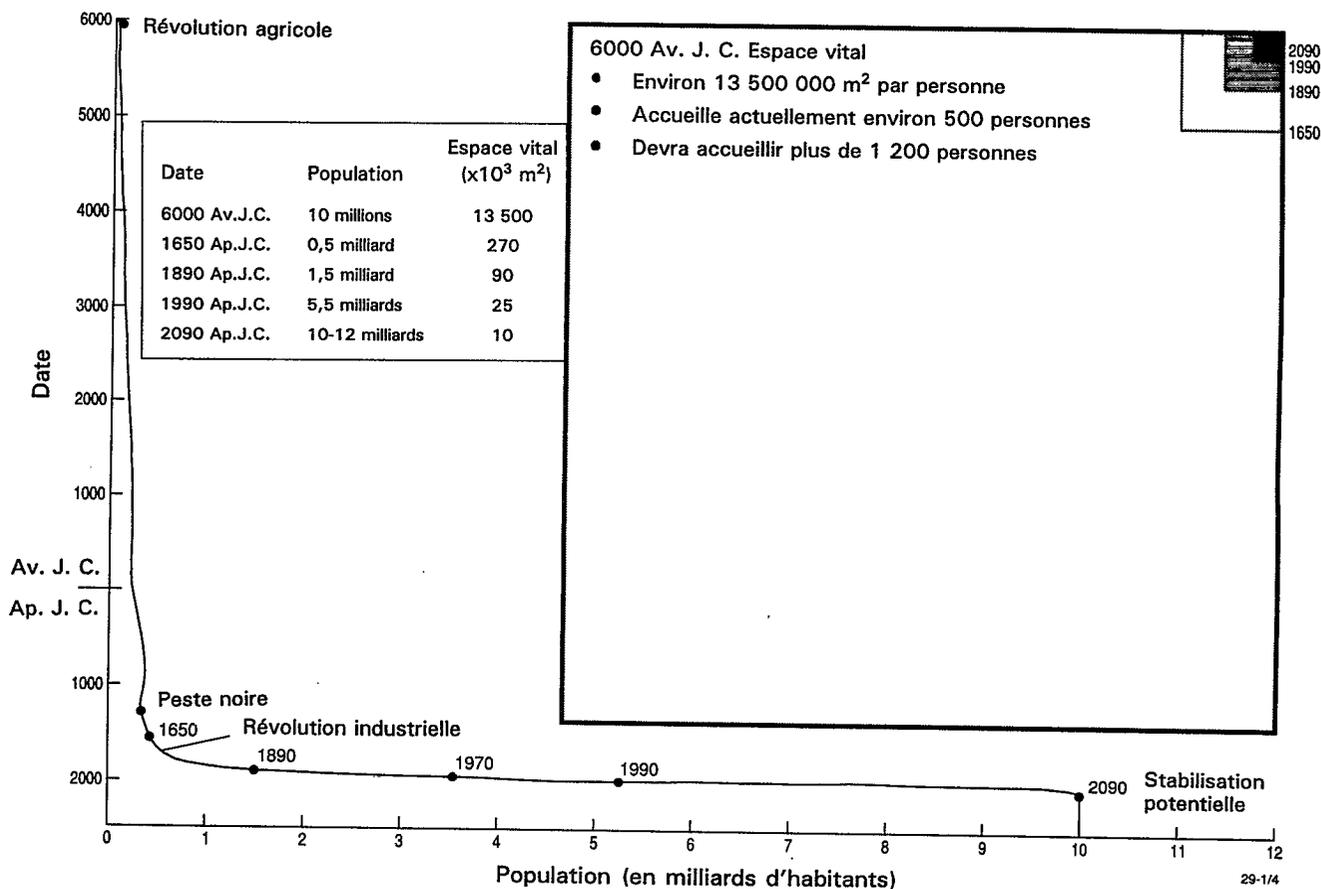
A. "L'espace vital"

31. La superficie totale disponible divisée par la population totale permet d'obtenir l'utilisation de l'espace par habitant que l'on a aussi appelé "espace vital", lequel est défini comme étant le bout de terre qui doit fournir à un individu toutes les ressources qu'il consomme tout au long de sa vie et qui doit remplir la même fonction pour ceux qui lui succéderont. Cet espace doit aussi d'une manière ou d'une autre pouvoir absorber la plupart des déchets solides qui ont été laissés¹⁹. En fait cette notion anthropogène surestime la superficie disponible par habitant dans la mesure où il faut aussi tenir compte de la nécessité de préserver des zones exclusivement réservées à la nature ainsi que la biodiversité : de plus, cette même superficie totale doit permettre d'assurer la subsistance non seulement des hommes mais aussi de la plupart des autres espèces terrestres.

32. Il reste que la réduction de l'espace vital donne une excellente illustration de l'impact de l'accroissement de la population (voir schéma 1). L'espace vital moyen à l'échelon mondial devrait être d'environ 100 mètres carrés vers la fin du siècle prochain, soit à peu près le même que celui de l'Europe aujourd'hui. Toutefois, l'Europe offre un environnement particulièrement hospitalier pour l'homme. En outre, à l'instar d'autres pays développés en Amérique du Nord et en Asie, les pays européens ne sont pas entièrement tributaires de l'espace vital local : en effet, ils obtiennent une part non négligeable de leurs ressources d'autres régions moins peuplées.

Schéma 1

Accroissement de la population mondiale et réduction correspondante de l'espace vital mondial



7...

33. Les effets sur l'environnement de la production de ressources renouvelables et non renouvelables sont donc aussi largement ressentis ailleurs. Avec l'accroissement de la population mondiale qui a un impact sur l'environnement, les pressions sur l'occupation des sols de même que sur le milieu naturel et la biodiversité s'intensifieront. Les régions moins peuplées, de moins en moins nombreuses, seront de plus en plus mises à contribution pour la fourniture de ressources par les régions fortement peuplées en expansion et il sera de plus en plus difficile de s'assurer un approvisionnement extérieur en ressources à la fois renouvelables et non renouvelables. Il deviendra alors indispensable de voir dans l'offre de minéraux un problème mondial qui appelle des stratégies de gestion mondiales (voir plus loin sect. III).

B. Utilisation des ressources par habitant

34. La consommation moyenne de minéraux par habitant a été estimée à près de 10 tonnes par an. L'impact total pour la population mondiale suppose le déplacement d'environ 50 milliards de tonnes de minéraux par an, volume infiniment supérieur à la quantité de matériaux déplacés par des phénomènes naturels. Il s'agit pour l'essentiel de minéraux industriels qui sont transportés des carrières vers des villes en expansion ou des systèmes de transport.

35. Dans les grands pays industriels, la consommation est nettement supérieure à la moyenne mondiale. Ainsi, en Allemagne, on a estimé qu'un citoyen moyen vivant jusqu'à l'âge de 70 ans consomme environ 772 tonnes de matériaux de construction, près de 54 tonnes de minéraux industriels, à peu près 363 tonnes de minéraux combustibles et environ 43 tonnes de métaux, principalement de l'acier²⁰. Si l'on tient compte des quantités de minerais et des terrains de recouvrement nécessaires à la fabrication des produits finals, chaque individu consomme probablement environ 1 600 tonnes de roches, soit plus de 20 tonnes par an. Selon une analyse plus large des apports de matériaux effectuée en Allemagne, ce chiffre serait de 33 tonnes par habitant et par an compte non tenu de la consommation d'eau et d'air, soit 1 kilogramme par deutsche mark du produit intérieur brut (PIB)²¹.

36. Le volume de roche nécessaire pendant la durée moyenne de vie d'un individu est de plus de 500 mètres cubes, ce qui correspond à une superficie de plus de 7 mètres carrés creusée sur 10 mètres de profondeur, soit environ 0,5 % de l'espace vital de 100 mètres carrés.

37. Si ce type de consommation était pratiquée par une population de 10 à 12 milliards d'habitants, l'impact total ferait plus que quadrupler pour passer à 200 milliards de tonnes, soit près de 100 kilomètres cubes de roche par an. On peut difficilement prétendre que des taux de consommation de cet ordre sont viables, que ce soit du point de vue de leur impact sur l'environnement ou des ressources disponibles.

38. Le présent examen met en évidence le caractère insoutenable de l'évolution actuelle de la demande et des modes de consommation qui la sous-tendent. Il faut manifestement tout faire pour dissocier autant que possible l'expansion économique d'une consommation accrue de matériaux et d'énergie. Des objectifs de consommation viables devront être fixés compte tenu des éléments d'information

les plus fiables possibles dont on dispose sur l'impact de l'utilisation des ressources (voir sect. II ci-dessous) et de leur disponibilité (voir plus loin, sect. IV).

II. VERS DES MODES DE CONSOMMATION VIABLES : ATTÉNUATION DES EFFETS DE L'UTILISATION DES RESSOURCES

39. Comme on l'a vu plus haut, les facteurs ayant un effet modérateur sur la demande de minéraux de sources primaires, notamment leur extraction et leur utilisation plus rationnelles, leur recyclage et leur remplacement répondent au moins en partie au souci de protéger l'environnement encore que les forces du marché jouent également un rôle. Ces facteurs sont donc examinés ci-après en vue d'analyser le sens dans lequel les modes de consommation pourraient évoluer pour répondre aux préoccupations d'ordre écologique.

A. Effets sur l'environnement de l'utilisation de minéraux et stratégies d'intervention

40. Les rapports actuels entre l'atmosphère, l'hydrosphère, la lithosphère et la biosphère sont le résultat de l'évolution observée tout au long de l'histoire de la planète. Ces interactions sont complexes mais l'évolution résultant des phénomènes naturels exogènes est relativement lente par rapport à la durée de vie de l'homme, et le milieu naturel est dans un état de quasi-équilibre dynamique. Les sols en particulier font partie d'une zone oxydée résultant de l'interaction entre la roche de fond, l'air, l'eau, les végétaux et les animaux.

41. Les effets de l'extraction et de l'exploitation des minéraux sur l'environnement résultent de la perturbation de cet équilibre naturel des phénomènes terrestres. À titre d'exemple, le phosphate qui a été enfermé par des phénomènes naturels exogènes pendant des centaines de millions d'années revient à la surface de la terre en l'espace de quelques centaines d'années.

42. En revanche, les gisements de minerais métalliques sont essentiellement formés par des phénomènes souterrains, dits endogènes, et sont des concentrations inhabituelles d'éléments qui généralement se trouvent très faiblement concentrés dans les sols et l'eau. Ces minerais proviennent principalement de la couche située au-dessous de la zone oxydée qui est à peu près en équilibre avec l'air et les eaux souterraines. Tant la dégradation naturelle que le traitement des minéraux supposent donc une oxydation de ces minerais et l'émission de divers polluants, dont du dioxyde de soufre et des éléments-traces toxiques.

1. Minéraux métalliques

43. L'un des principaux impacts sur l'environnement de l'emploi des minéraux métalliques est imputable à l'énergie utilisée pour leur production : le moment et la nature des changements qui interviendront au niveau de la combinaison des sources d'énergie utilisées seront lourds de conséquences pour l'ensemble de l'industrie minière. Les gaz rejetés lors du processus de production, notamment de dioxyde de soufre, sont également à l'origine de problèmes écologiques tels que les pluies acides et il est important d'en tenir compte dans les analyses du changement climatique. Un certain nombre de métaux ont en outre une toxicité

intrinsèque et sont susceptibles de donner lieu à une pollution inacceptable (par exemple, le plomb contenu dans l'essence).

44. Le Conseil international des métaux et de l'environnement (CIME) a été créé par l'industrie minière internationale afin de promouvoir, au niveau de la production, de l'utilisation, du recyclage et de l'élimination des métaux non ferreux et précieux, des politiques et pratiques environnementales et sanitaires rationnelles. Il a collaboré avec divers organisations et organismes des Nations Unies, notamment la Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement (CNUCED), le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et le Département des services d'appui et de gestion pour le développement du Secrétariat de l'ONU ainsi qu'avec d'autres organismes internationaux comme l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). De façon plus générale, l'environnement est devenu un élément que les entreprises ne peuvent se permettre de négliger, les facteurs écologiques et économiques devant être également pris en considération lorsqu'il s'agit de gérer ces dernières²² et une grande partie des progrès techniques étant soumis aux lois du marché.

2. Utilisation rationnelle des minéraux et atténuation de leurs effets délétères

45. Dans l'idéal, les écosystèmes industriels ne devraient utiliser, pour ce qui est des matières premières et notamment des métaux, que le minimum d'intrants nécessaires. Il est possible de réduire ces intrants en améliorant les processus de transformation du début jusqu'à la fin, en diminuant les déchets et en ayant recours au recyclage. Il convient de noter par exemple qu'en 1994, aux États-Unis, les métaux et minéraux récupérés représentaient environ un quart de l'ensemble des minéraux bruts utilisés²³. Pour certains métaux, tels que le plomb et le cuivre, le recyclage peut représenter une bonne moitié de la consommation totale dans les pays industrialisés. Les tendances en matière de recyclage sont étudiées par un certain nombre d'organismes internationaux et le CIME a fait établir une étude sur le recyclage des métaux non ferreux, sur les bénéfices qu'il serait possible d'en tirer, les problèmes qui se posent et les tendances qui se dessinent.

46. Il est possible de réduire encore les impacts de l'utilisation des minéraux sur l'environnement en améliorant le traitement des déchets et, le cas échéant et dans la mesure du possible, en recourant à des matériaux de substitution. Les déchets produits lors de la fabrication de biens de grande valeur pourraient par exemple remplacer les matières premières utilisées pour produire des biens de faible valeur : par exemple, les cendres volantes, liées à la production d'électricité par des centrales à charbon, peuvent se substituer à certaines matières premières utilisées pour produire du ciment.

47. Les métaux sont de plus en plus fréquemment remplacés par de nouveaux matériaux et des composites²⁴. Certains de ces matériaux, tels que les céramiques, les verres minéraux et les fibres optiques, sont fabriqués à partir de minéraux susceptibles de constituer des roches relativement courants alors que d'autres, en particulier les plastiques, le sont à partir de minéraux combustibles; relativement peu d'entre eux sont faits avec des matériaux renouvelables. Il s'ensuit donc que de manière générale, la substitution

revient à remplacer une ressource non renouvelable par une autre. Elle ne contribue pas de façon notable à la dématérialisation, même si elle peut permettre de largement réduire les impacts de l'utilisation des minéraux sur l'environnement.

48. Le remplacement, dans certains cas, des métaux par d'autres matériaux s'explique notamment par le fait que la consommation d'énergie est moindre quand on fabrique par exemple des produits à base de papier ou de plastique plutôt que leurs équivalents en métal. La différence n'est cependant pas telle qu'elle puisse permettre de ne pas tenir compte d'autres facteurs tels que les propriétés spécifiques et la facilité de traitement des métaux à des fins données. On a également constaté que l'énergie nécessaire à la production primaire et au travail des métaux était utilisée plus rationnellement et que d'autres améliorations étaient possibles.

49. On s'est efforcé d'évaluer l'impact sur l'environnement des activités d'extraction et de traitement nécessaires à la production primaire de métaux. Il a notamment été procédé en Allemagne à une étude pilote des intrants et extrants relatifs à la production de nickel²⁵. Cette étude a tenu compte des différents flux intervenant au niveau du traitement des minerais de latérite de différents types et des sulfures. Les informations quantitatives que permettent d'obtenir de telles études pourraient être utilisées pour évaluer l'ensemble des impacts sur l'environnement des matières premières de remplacement.

50. On s'efforce également, notamment à l'Institut de Wuppertal, d'évaluer les impacts sur l'environnement de la production de divers biens en s'attachant en particulier aux intrants nécessaires et en tenant compte de toutes les phases du cycle de vie des produits. On part du principe que l'ensemble des mouvements des matériaux au cours de leur cycle de vie, et notamment des matériaux nécessaires aux transports et à la production d'énergie, représente l'impact potentiel des biens sur l'environnement²⁶. Il est par conséquent proposé de classer les produits en fonction de la quantité de matières utilisées pour leur fabrication par unité de service. L'objectif principal est, en mettant au point des concepts de services écoefficientes permettant de renforcer les extrants de l'unité de service tout en maintenant les intrants à un niveau constant ou en les réduisant, de contribuer à l'élaboration d'une stratégie générale de dématérialisation. À l'évidence, une réduction générale des quantités de matériaux nécessaires, et notamment des matériaux énergétiques, permettrait de réduire les déchets et les flux chimiques toxiques.

51. Il semble cependant probable que l'on continuera, pour atténuer les impacts des minéraux métalliques sur l'environnement, d'essayer de trouver une solution aux problèmes particuliers que posent les extrants délétères des écosystèmes industriels. Action 21, par exemple, aborde de manière spécifique la gestion écologiquement rationnelle des substances chimiques toxiques dans son chapitre 19, des déchets dangereux au chapitre 20 et des déchets solides et des questions relatives aux eaux usées au chapitre 21. Ces stratégies seront toutefois plus efficaces si l'on reconnaît que les extrants dépendent directement des intrants et qu'il est possible de modifier ces derniers. Lorsque l'on envisage de remplacer certains intrants par d'autres, il ne faut pas perdre de vue l'écotoxicité éventuelle des produits ainsi fabriqués tout au long de leur cycle de vie et il est nécessaire de promouvoir une gestion

prudente afin de réduire le plus possible les impacts potentiels. On peut donc prendre des mesures correctives à toutes les étapes du cycle de vie d'un produit.

52. Le CIME s'est préoccupé des méthodes d'évaluation des risques. Il a entrepris de fournir une description des métaux et de leur toxicité ainsi qu'une vue générale des méthodes actuellement utilisées et des préjugés s'y rapportant.

53. La section II.B, ci-après, examine la nécessité de disposer d'études de référence permettant d'évaluer les impacts sur l'environnement.

3. Minéraux utilisés à des fins industrielles

54. Il est à l'évidence important, dans le contexte de l'aménagement du territoire, de prendre tout particulièrement note des besoins en minéraux à usage industriel qui, ainsi qu'on l'a observé plus haut, sont les matériaux les plus fréquemment utilisés. Les débats concernant l'épuisement des ressources minérales ont principalement porté sur les minéraux métalliques et combustibles et sont partis de l'hypothèse implicite que les minéraux à usage industriel étaient inépuisables. Cependant, parce que les quantités utilisées sont considérables et que ces minéraux ne sont pas faciles à recycler, leur fourniture pose des problèmes spécifiques d'impact sur l'environnement.

55. On pourrait penser qu'une fois que l'infrastructure de base des pays industrialisés a été mise en place, les besoins en matériaux de construction (nécessaires au remplacement et à l'entretien) diminuent sensiblement, contribuant ainsi au processus de dématérialisation²⁷. Il semblerait cependant que ce stade n'ait pas encore été atteint en Europe. Bien que la population s'y soit stabilisée, la consommation annuelle de matériaux de construction continue d'augmenter et les impacts sur l'environnement de l'exploitation des carrières et des transports constituent un sujet de préoccupation généralisé²⁸. Pour répondre aux besoins, on a également extrait davantage de sable et de gravier dans des hauts-fonds et d'immenses carrières côtières ont même été mises en exploitation. On est allé jusqu'à suggérer à cet égard que la mise en valeur durable des zones côtières pourrait exiger l'imposition d'une taxe littorale - thalassique - qui, comme la taxe sur le charbon, suivrait la vision globale du principe pollueur payeur²⁹.

56. Il apparaît donc que le taux de consommation des matériaux de construction et les impacts sur l'environnement de cette consommation sont des questions très importantes pour la promotion d'une production durable de l'industrie de la construction (voir Action 21, chap. 7G).

57. Parmi les minéraux à usage industriel, les phosphates revêtent une importance particulière, de par leur apport indispensable à la productivité de l'industrie agricole³⁰. La production de phosphates a été multipliée environ par six entre 1950 et 1980 et a atteint quelque 150 millions de tonnes par an (soit 30 kilos environ par habitant au niveau mondial et près de 50 dans certains pays). Cette production a chuté récemment à cause du quasi-effondrement des activités de production dans l'ex-URSS mais elle devrait continuer d'augmenter à l'avenir, afin de répondre aux besoins d'une population mondiale qui ne cesse de s'accroître. Les réserves sont très importantes mais

pas illimitées et inégalement réparties. Cependant, comme pour le pétrole³¹, ce sont les impacts sur l'environnement de l'utilisation des phosphates, dont les niveaux, en particulier dans les eaux intérieures, ont largement augmenté, qui constituent le principal sujet de préoccupation. Il n'existe pourtant pas de produit de remplacement et il est difficile de contenir et de réduire la consommation.

4. Évaluation technique de l'atténuation des effets et de l'évolution de la demande

58. Action 21, dans la partie consacrée à la coopération et à la coordination internationales, a suggéré qu'un rang de priorité élevé soit accordé à l'examen du rôle et de l'impact des schémas de production et de consommation et des modes de vie durables à terme et de leurs rapports avec un développement durable (par. 4.12 et 4.13).

59. À sa troisième session, la Commission du développement durable a pris note de l'initiative prise par le Gouvernement norvégien d'accueillir du 6 au 10 février la Conférence ministérielle d'Oslo sur la production et la consommation durables et de la contribution que ce gouvernement a apportée en faisant valoir l'importance d'une réflexion axée sur la demande, en complément de l'approche traditionnelle axée sur l'offre.

60. La Commission a également recommandé que l'on redouble d'efforts afin de réduire les quantités d'énergie et de matériaux utilisées au stade de la production et de la consommation de la manière suivante : amélioration du rendement énergétique, adoption de mesures pour économiser l'énergie, innovation technique et transfert de techniques, récupération des déchets à plus grande échelle, réutilisation et recyclage des matériaux; elle a aussi noté l'importance du cycle de vie pour évaluer les impacts sur l'environnement.

B. Suivi du cycle de vie des minéraux

61. Dans la mesure où ils relevaient de son mandat, la CNUCED a examiné certains des aspects des questions examinées plus haut et dont la Commission avait pris note. Elle a notamment étudié les normes et règlements relatifs aux procédés et méthodes de production ainsi que les produits ne portant pas atteinte à l'environnement et l'éco-étiquetage dans le cadre du commerce international (voir E/1994/47). Des travaux pertinents ont également été menés par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUUDI) et le PNUE.

62. Il semble cependant qu'il n'existe pas d'organisme permanent des Nations Unies s'occupant véritablement des aspects techniques de l'utilisation des matériaux et de l'énergie dans l'écosystème industriel. De nombreux travaux de recherche relatifs à ces aspects sont actuellement réalisés dans les pays industrialisés³² mais ils ne font apparemment, à l'échelle mondiale, l'objet d'aucune analyse systématique et suivie susceptible de permettre une évaluation continue des progrès techniques réalisés en vue d'une utilisation durable des ressources, notamment du potentiel d'une efficacité améliorée, du recyclage, des nouvelles techniques relatives aux matériaux et du remplacement de ces derniers

afin de réduire les intrants en matériaux et en énergie et de limiter au minimum les extrants indésirables (déchets).

63. Ce type d'analyse permettrait d'encourager la communauté internationale à mettre au point les méthodes les plus efficaces qui soient pour atténuer les effets sur l'environnement, tant dans les pays industrialisés qu'en développement, et serait également très utile à une évaluation des futurs besoins de l'écosystème industriel en matières premières et en énergie.

64. La tâche pourrait être confiée à une commission technique des Nations Unies constituée à cet effet. Cette commission pourrait s'inspirer de la Commission d'hydrologie de l'Organisation météorologique mondiale (OMM), même s'il n'existe pas dans le domaine des minéraux d'instance supérieure correspondant à l'OMM. Une commission des matériaux aurait surtout besoin pour fonctionner de spécialistes de l'ingénierie et des matériaux et permettrait de disposer au sein du système des Nations Unies d'un organe de premier plan pour la technique et l'ingénierie.

65. Cette commission pourrait également s'occuper des questions relatives à l'accès aux ressources examinées à la section III ci-après ainsi qu'aux compétences techniques nécessaires dans le domaine géologique, de l'évaluation des ressources et des techniques minières; elle permettrait aussi d'établir des liens techniques adéquats avec les organes s'occupant du secteur minier, notamment le CIME.

Recommandation 1

66. Il est par conséquent recommandé de créer une commission des industries extractives et des matériaux chargée d'évaluer les progrès techniques réalisés en vue d'une utilisation durable des ressources – grâce à une amélioration de l'efficacité, à la mise au point de nouvelles techniques, au recours au remplacement des matériaux et au recyclage – et d'établir des rapports à ce sujet.

67. La commission qu'il est proposé de créer serait chargée de recueillir des informations sur tous les impacts de l'utilisation de divers biens et pourrait déterminer des modes de consommation optimaux. Il s'agirait notamment pour elle d'évaluer intrants et extrants pour ce qui est de l'utilisation des biens, ainsi que la quantité de matières utilisées par unité de service, et de contribuer à l'évaluation des besoins à venir.

68. La commission pourrait également aider l'Organisation des Nations Unies à identifier les possibilités qui existent (par exemple, au niveau des techniques d'extraction des métaux) dans ses programmes de renforcement des capacités pour le transfert de technologie vers des pays n'appartenant pas à l'OCDE.

69. Elle devrait aussi étudier les techniques relatives à la découverte et à l'extraction des ressources et les tendances qui se dessinent pour ce qui est de l'efficacité et du coût des nouvelles ressources minérales ainsi que du recyclage.

C. Surveillance de l'environnement terrestre

70. Les processus naturels et les activités humaines modifiant en permanence la composition chimique de l'environnement, il est nécessaire de surveiller la santé de la partie émergée de la terre de la même façon que l'on surveille celle des océans et de l'atmosphère. La concentration naturelle d'éléments chimiques reflète la diversité géologique et il peut s'avérer essentiel de connaître les variations naturelles pour évaluer la pollution résultant de l'utilisation, à quelque étape que ce soit, des minéraux.

71. Le rapport final du projet de cartographie géochimique international du Programme international de corrélation géologique³³ a abordé la nécessité de disposer d'une base de données géochimiques cohérente, systématique, mondiale et portant sur de multiples sujets et comprend une analyse générale des besoins de base et des coûts probables.

72. Le rapport souligne qu'une base de données de ce type permettrait de mieux aborder les problèmes d'ordre administratif et juridique que pose une gestion durable à long terme des ressources environnementales et minérales et devrait comporter des informations ayant un rapport direct avec les décisions économiques et écologiques portant sur la recherche, l'extraction et le traitement des ressources minérales, les industries manufacturières, l'agriculture, l'exploitation forestière, de nombreux aspects de la santé humaine et animale, le rejet des déchets et l'aménagement du territoire. Il a été estimé que les données disponibles étaient très incomplètes et n'étaient guère cohérentes. Il serait possible, à l'évidence, d'utiliser les études géologiques nationales pour obtenir les données nécessaires. Un organisme approprié des Nations Unies pourrait assurer la coordination centrale. La base de données géochimiques mondiales viendrait compléter et renforcer d'autres bases de données telles que le Projet de données foncières obtenues grâce à un radiomètre à très haute résolution.

Recommandation 2

73. Il est par conséquent recommandé de mettre en oeuvre un programme visant à établir une base de données géochimiques mondiales, telle qu'elle a été définie et évaluée dans le cadre du Projet de cartographie géochimique internationale du Programme international de corrélation géologique, susceptible d'apporter une contribution essentielle à la gestion objective et efficace de l'environnement et des ressources.

74. Il a été estimé qu'il faudrait au moins une décennie pour obtenir toutes les données. Compte tenu du fait que ces données présentent un intérêt immédiat, vu les problèmes croissants d'utilisation des sols, le programme devrait commencer sans tarder. Il conviendra d'en assurer la coordination centrale du début jusqu'à la fin et un petit secrétariat technique, financé et géré par une organisation internationale reconnue, devrait lui permettre de progresser plus rapidement. Il conviendrait d'encourager à soutenir les travaux menés et à y participer.

III. VERS DES MODES DE CONSOMMATION VIABLES :
RESSOURCES DISPONIBLES

A. Perspectives générales

75. L'offre de ressources minérales résulte essentiellement de la demande qui a été en grande partie réglementée par le mécanisme des prix. Le succès rencontré par l'industrie des ressources minérales au cours des dernières décennies, s'agissant de satisfaire la demande, a entraîné une offre abondante et à faible coût, stimulant la consommation et, partant, la demande. Le choc pétrolier des années 70 a changé temporairement la situation. Comme on l'a indiqué dans les sections I et II ci-dessus, d'une manière générale, le niveau de la demande évolue avec le temps non seulement du fait des changements intervenant au niveau des coûts, mais également en raison des politiques de substitution, du recyclage, des progrès technologiques ou des préoccupations écologiques. Il est toutefois nécessaire de se demander si les modes de consommation et de production sont également viables en ce qui concerne la disponibilité des ressources.

76. La connaissance des ressources disponibles à l'avenir (et donc la réponse à la question de savoir si les modes de consommation et de production sont viables) se fonde essentiellement sur l'évaluation des ressources identifiées, qui ne sont pas automatiquement liées aux provinces prometteuses en ressources minérales ou au potentiel minéral à plus long terme. Il ressort cependant clairement de ces évaluations (voir sect. III B plus loin) que l'approvisionnement en ressources minérales et pétrolières est bien assuré pour les quelque dizaines d'années à venir. La tendance à l'internationalisation des grandes compagnies de ressources, à laquelle s'ajoute l'application de technologies d'exploration de plus en plus efficaces, a permis de maintenir le stock mondial de ressources rentables identifiées. Les progrès technologiques réalisés dans les méthodes d'extraction et de traitement des minéraux (par exemple pour l'or et le cuivre) et la concurrence acharnée ont également entraîné une stabilité ou une diminution des cours des produits de base exprimés en prix constants³⁴.

77. Les informations disponibles sur les ressources identifiées ne permettent toutefois pas de dire avec certitude qu'on pourra assurer l'approvisionnement sur les périodes plus longues qu'implique le développement durable, jusqu'à la stabilisation éventuelle de la population mondiale à la fin du siècle prochain, ou jusqu'à l'instauration potentielle d'un état d'équilibre ultérieurement.

78. Le fait qu'on réussit de toute évidence à continuer de répondre à la demande doit être mis en regard de la période relativement courte qui s'est écoulée depuis la révolution industrielle au moment où l'on a commencé à exploiter ces ressources à grande échelle, ainsi que de la croissance exponentielle actuelle de la demande. Les minéraux sont essentiellement des ressources non renouvelables et leur potentiel économique a été considérablement appauvri au cours du XXe siècle à un rythme toujours croissant. Nul doute qu'il y a des limites aux gisements de minéraux du type et de la teneur actuellement exploités : cette tendance à l'utilisation de minerais de plus faible teneur est déjà bien connue.

79. Les problèmes que pose l'évaluation de la viabilité de l'approvisionnement en ressources minérales à long terme ont été examinés sous tous leurs aspects dans les publications techniques mais ils n'ont guère fait l'objet d'une attention explicite dans l'Action 21 ou dans le débat plus général sur la durabilité. On a eu tendance à adopter une vue soit trop pessimiste, en utilisant les chiffres publiés sur les réserves de minerais, soit trop optimiste, en se fondant sur l'idée que les ressources minérales sont essentiellement inépuisables et que des solutions économiques seront trouvées aux problèmes technologiques lorsque les gisements de minéraux de type classique se feront rares.

80. Il n'est guère possible de prédire à très long terme dans quelle mesure des progrès technologiques ou des pénuries particulières entraîneront une réduction de la demande (dématérialisation) ou une substitution positive (en particulier de l'énergie) par des ressources renouvelables. En fin de compte, le développement de sources d'énergie non polluantes peut, dans une grande mesure, résoudre les problèmes d'approvisionnement en permettant d'extraire des minéraux de sources dont l'exploitation ne peut être économiquement rentable actuellement sans incidences nocives sur l'environnement, mais le temps nécessaire pour ce développement est très incertain.

81. En attendant, l'exploitation des ressources se poursuit à un rythme insoutenable à long terme. En cette période où la population mondiale et la demande de ressources minérales augmentent, il est prudent d'être bien informé des problèmes d'approvisionnement en ressources minérales qui se poseront à l'avenir. Les connaissances concernant la possibilité de découvrir de nouveaux gisements dans le monde sont très limitées et il convient de combler cette lacune. Des pressions croissantes s'exercent également de plus en plus sur l'utilisation des terres, ce qui rend de plus en plus difficiles l'exploration et la mise en valeur des ressources minérales. Les problèmes susmentionnés sont examinés plus loin. La question n'est pas tant de manquer de ressources que d'éviter des problèmes potentiels et d'assurer une utilisation optimale et efficace des ressources disponibles avec une incidence minimale sur l'environnement.

B. Échéance de la viabilité : ressources identifiées
et ressources non découvertes

1. Ressources identifiées

82. La plupart des programmes nationaux et internationaux d'évaluation existants se limitent à l'évaluation des ressources identifiées, en particulier des ressources rentables confirmées, c'est-à-dire les ressources dont l'existence a été établie par exploration et forage et dont l'extraction peut être économiquement rentable dans les conditions actuelles (voir schéma 2).

Schéma 2Système australien de classification des ressources^a

Ressources totales

→ Degré décroissant d'assurance géologique

		Identifiées (R1 + R2)		Non découvertes (R3)		
		Confirmées (R1) (estimations fiables)		Par déduction (R2) (estimations préliminaires)	Hypothétiques (estimations indicatives)	Spéculatives (estimations indicatives)
		Mesurées	Indiquées			
Degré décroissant de rentabilité	Rentables	Ressources rentables confirmées		R2E		
	Non rentables	Rentabilité marginale	R1M			
	Submarginale	R1S	R2S	R3		

29-1/10

Légende

R	— Ressources <u>in situ</u>	
R1	— Gisements connus (estimations fiables)	R2 — Prolongement de gisements connus et gisements nouvellement découverts (estimations préliminaires)
R3	— Gisements non découverts (estimations indicatives)	
R1E	— Rentables	R2E — Rentables
R1M	— Rentabilité marginale	
R1S	— Non rentables	R2S — Non rentables

Source : Australian Bureau of Mineral Resources (1984); voir "BMR refines its mineral resources classification system", Australian Mineral Industries Quarterly, vol. 36, No 3 (1984).

Note : Les concentrations inhabituelles d'éléments pertinents entrent également dans les catégories non rentables. Celles-ci peuvent être raisonnablement bien définies pour des types de gisement particuliers.

^a Système McKelvey modifié, indiquant également les catégories de ressources de l'ONU.

83. Le stock de ressources rentables confirmées peut être lié à l'évolution de la demande (et donc de la production) d'un produit de base donné qui détermine le rapport ressources-production. Le rythme de production, les ressources rentables confirmées et le rapport ressources-production illustrent les ressources minérales disponibles dans le temps et indiquent l'effet des changements intervenus auparavant dans la demande, y compris leurs principales incidences sociales et économiques. Ils démontrent également que le stock de ressources rentables confirmées n'est pas une quantité fixe qui s'épuise continuellement. Au contraire, ce stock est continuellement renouvelé soit par la découverte de nouvelles ressources rentables ou par des transferts provenant de la vaste réserve de ressources connues dont l'exploitation, qui n'était pas rentable, le devient du fait de progrès technologiques ou d'une hausse des cours due à la pénurie.

84. En général, la production annuelle de produits minéraux a augmenté considérablement et régulièrement au cours de ce siècle mais le niveau des ressources rentables confirmées a également augmenté, de sorte que les rapports ressources-production ont été maintenus. Dans le cas de la bauxite toutefois, le niveau des ressources rentables confirmées a été maintenu mais le rapport ressources-production a baissé en raison d'une forte augmentation de la production annuelle.

85. Les produits de tonnage élevé, tels que le charbon, le minerai de fer, la bauxite et le phosphate, ont des rapports ressources-production élevés (de l'ordre de centaines d'années). Toutefois, ces minéraux se trouvant dans des gisements situés près de la surface, la capacité de continuer de renouveler le stock de leurs ressources rentables confirmées n'est pas assurée. Par ailleurs, l'exploitation de ces ressources a également les incidences immédiates (quoique passagères) les plus importantes sur l'environnement.

86. Pour la plupart des minéraux métalliques, les rapports ressources-production sont beaucoup plus faibles (de l'ordre de quelques dizaines d'années), mais là aussi on a pu les maintenir, ce qui traduit la capacité de l'industrie minière d'adopter une vue relativement à long terme de la demande future et des facteurs risquant de la modifier, et de procéder aux investissements qui s'imposent dans l'exploration et le développement. L'intervalle de temps entre un tel investissement et l'établissement de nouvelles ressources rentables confirmées est généralement de 10 ans au moins³⁵.

87. Les rapports ressources-production donnent donc une idée claire de l'échéance de la viabilité de l'approvisionnement, qui est en général d'une trentaine ou d'une quarantaine d'années. Pour les problèmes d'approvisionnement, ils donnent également une idée de l'échéance de la viabilité des modes de consommation et de production.

2. Ressources non découvertes

88. Contrairement à la situation pour le pétrole, on ne dispose pas d'estimations fiables des ressources métalliques non découvertes au niveau mondial. Il existe de nombreux types de gisements différents; leurs modes de formation sont très complexes et moins bien connus que ceux des gisements

pétroliers, et les méthodologies pour estimer les ressources non découvertes sont beaucoup moins fiables. La plupart des méthodes qui ont été employées sont d'un caractère très général et ne permettent pas d'intégrer les informations sur les ressources non découvertes aux systèmes d'utilisation et de gestion des terres.

89. Cette situation est déplorable dans la mesure où elle a tendance à étayer l'idée selon laquelle les ressources minérales métalliques sont illimitées, la quantité totale de la plupart des métaux et d'autres produits minéraux présents dans l'écorce terrestre étant très élevée. Dans la plupart des roches toutefois, les éléments métalliques sont présents en très faible concentration et non sous forme de minéraux distincts, de sorte qu'il n'est pas possible de les extraire. Que leur exploitation soit actuellement rentable ou non, les gisements de minéraux métalliques résultent de conjonctions particulières de phénomènes qui se sont produits dans l'écorce terrestre et qui ont abouti au dépôt de concentrations inhabituelles de métaux sous forme de minerais dans des emplacements donnés.

90. Il est possible que les gisements de minéraux actuellement considérés comme rentables ou non rentables soient limités par rapport aux ressources déjà identifiées. Leur distribution est fortement hétérogène à diverses échelles, tant en superficie qu'en profondeur. Différents types de gisements sont caractéristiques de différents environnements géologiques, ce qui explique qu'on ne les trouve que dans certaines provinces. Par ailleurs, de nombreux types de gisements se forment tout près de la surface terrestre, si bien que les chances de faire des découvertes au-delà de quelques kilomètres de profondeur sont relativement limitées.

91. Un grand nombre des terrains les plus prometteurs du monde ont déjà été largement explorés par des méthodes modernes et les gisements les plus faciles à détecter ont déjà été découverts. Cependant, les techniques d'exploration sont améliorées constamment pour rechercher les gisements dissimulés. D'autres terrains n'ont été ouverts que récemment à l'industrie d'exploration internationale et de grandes découvertes seront certainement faites au cours des quelque dizaines d'années à venir. Il est donc probable que l'échéance de la viabilité pourrait être repoussée à la deuxième moitié du XXI^e siècle. Néanmoins, en se fondant sur l'état actuel des connaissances, il est prudent de reconnaître qu'on risque d'avoir du mal à assurer l'approvisionnement au siècle prochain, situation que pourraient aggraver des facteurs politiques et plus généralement les restrictions sur la disponibilité des terrains pouvant être explorés, comme on l'explique plus loin.

C. Facteurs stratégiques

92. Du fait de la répartition inégale des gisements minéraux à l'échelon mondial, les sources d'approvisionnement de quelques produits tels que le platine, le chrome, le vanadium et le manganèse sont fortement limitées à certaines zones géographiques. Au cours des dernières décennies, l'Afrique du Sud et l'ex-URSS ont produit plus de 80 % des platinoïdes vendus dans le monde. Ces produits continueront de susciter un intérêt considérable pour les activités d'exploration visant à en élargir la base d'approvisionnement.

93. La dépendance vis-à-vis de sources extérieures pour l'approvisionnement en minéraux a conduit certains pays à identifier des minéraux stratégiques, termes imprécis recouvrant les notions de criticité et de vulnérabilité. Au niveau national, la criticité d'un produit minéral est fonction de sa contribution à l'économie nationale et au bien-être physique général. Ces minéraux peuvent dans certains cas être vulnérables aux interruptions d'approvisionnement. En 1985, il a été noté dans un rapport établi par l'Office of Technology Assessment du Congrès des États-Unis d'Amérique que trois nations seulement, à savoir l'Afrique du Sud, le Zaïre et l'ex-URSS, sont à l'origine de plus de la moitié de la production mondiale de chrome, de cobalt, de manganèse et de platine, métaux essentiels à la production d'alliages à haute température, d'acier et d'acier inoxydable, de catalyseurs auto et d'appareils industriels, et d'autres applications qui sont très importantes pour l'économie et la défense nationale des États-Unis³⁶.

94. Il est donc probable qu'une meilleure connaissance des sources d'approvisionnement potentielles présentera de plus en plus d'intérêt pour de nombreux pays.

95. Un certain nombre de pays ont participé à l'établissement d'un inventaire des ressources minérales stratégiques, connu sous le nom de International Strategic Minerals Inventory (renommé récemment International Studies of Mineral Issues), qui a fourni des informations très utiles sur les ressources identifiées de nombreux produits (surtout métalliques) mais également des minéraux industriels non métalliques importants tels que le phosphate et le granite. Il n'a toutefois pas été possible de procéder à une évaluation des ressources non découvertes (voir schéma 2).

D. Les terres pouvant être exploitées

96. Étant donné la pression démographique qui se fait sentir dans le monde entier, et son impact sur l'environnement, la concurrence pour l'occupation des sols se fait de plus en plus acharnée, outre qu'il existe dans certains pays, une réaction contre l'industrie minière. Tant pour les collectivités locales dont le mode de vie risque d'être altéré par de grands projets miniers, que pour les mouvements écologistes nationaux, il est difficile d'admettre que, pour répondre à la demande mondiale de ressources minérales, il faut utiliser les sources les plus productives où qu'elles se trouvent dans le monde et c'est encore plus difficile si cette demande semble être créée par des modes de consommation extravagants ou irrationnels. Il est donc important d'établir un lien entre les stratégies visant à maintenir l'approvisionnement et les stratégies de recherche de modes de production et de consommation viables.

97. Ces éléments qui ont trait à la pression démographique et à son impact sur l'environnement, pourraient fournir des arguments contre les programmes vigoureux d'exploration qui devront être entrepris dans les zones les plus prometteuses du monde si l'on veut maintenir l'approvisionnement en minéraux essentiels. Il ne faut pas oublier que, pour chaque type de gisement métallifère, la proportion des terrains très prometteurs est relativement faible. Il faut inventorier ces terrains et considérer leur potentiel lorsqu'on détermine la nécessité de faire la prospection minière, que ce soit à l'échelle mondiale ou dans le cadre d'une conception intégrée des plans d'occupation des

sols. Or, ceci exige que l'on dispose d'une base de données exhaustive sur le potentiel minéral, à combiner avec d'autres informations sur l'occupation des sols.

E. Évaluation du potentiel minéral

98. Les terrains qui réunissent les conditions voulues pour la formation de tel ou tel type de gisement sont dits minérogéniques et leur recensement est la première étape de l'évaluation du potentiel minéral et des ressources non identifiées. On peut utiliser pour ce faire les programmes de cartographie géoscientifique menés par les services géologiques nationaux. Outre qu'elles fournissent des informations sur les occurrences minérales, les cartes ainsi obtenues permettent une estimation qualitative des gisements escomptés et du potentiel minéral et, c'est sur cette base que les entreprises fondent leur évaluation et leur décision d'investir. Les cartes minières et métallogéniques peuvent être dressées à partir de levés géologiques³⁷.

99. Il est souhaitable également d'évaluer à la fois les sources géographiques les plus probables et la richesse des réserves non découvertes, aussi bien hypothétiques que possibles. Les réserves hypothétiques sont celles dont on peut raisonnablement présumer l'existence dans un district minier ou une province minérale, dans des conditions géologiques connues, alors que les réserves possibles sont celles que peuvent receler soit des gisements de type connu dans des conditions géologiques favorables où aucune découverte n'a encore été faite soit des gisements d'un type encore inconnu³⁸. Dans les deux cas, les gisements présentent un intérêt économique au moins marginal selon les critères actuels.

100. Différentes méthodes sont utilisées pour l'évaluation quantitative des ressources minérales non découvertes³⁹. On peut mentionner en particulier une méthode en trois étapes, que le Service géologique des États-Unis utilise depuis 1975. Il s'agissait au départ d'obtenir des informations quantitatives se prêtant à une analyse économique, de manière à pouvoir comparer la valeur des ressources minérales avec les autres utilisations possibles⁴⁰. Ces évaluations sont fiables surtout pour des provinces géologiques relativement petites, où la géologie des gisements minéraux est déjà bien connue.

101. On a proposé par la suite de procéder, pour l'ensemble des États-Unis à une évaluation en trois étapes afin de disposer pour tout le territoire, d'un minimum d'informations utiles actualisées et homogènes sur les ressources minérales et d'une évaluation du total des ressources minérales qui n'ont pas encore été découvertes⁴¹. Cette évaluation était jugée essentielle si l'on voulait que toutes les ressources minérales intérieures soient prises en considération dans les plans relatifs à l'utilisation optimale des terres domaniales et que l'approvisionnement à long terme soit assuré, à partir de sources nationales et internationales.

102. Dans un premier temps, il s'agissait de procéder en deux ans à une évaluation quantitative nationale préliminaire, montrant sur la base des données existantes, de manière à produire pour les types de gisement souhaités, des cartes des zones minérogéniques. Cette évaluation serait extrêmement utile aux planificateurs aux États-Unis et des évaluations similaires seraient encore plus

profitables dans les pays en développement dotés d'un potentiel important. Qui plus est, toutes ces évaluations nationales auraient encore plus d'intérêt dans la perspective du potentiel mondial et des besoins mondiaux.

103. Il n'est pas réaliste cependant d'envisager au stade actuel une évaluation quantitative similaire à l'échelle mondiale. La plupart des pays ne possèdent pas les connaissances géologiques voulues pour cette entreprise et ne disposent ni des services spécialisés ni des ressources financières nécessaires pour les acquérir⁴².

104. Il serait plus réaliste de se donner comme objectif de dresser des cartes montrant les zones minérogéniques dans le monde entier, en utilisant des critères internationalement admis, ce qui correspondrait aux premières phases seulement de l'évaluation préliminaire proposée aux États-Unis, à savoir :

- a) Réunir les données existantes;
- b) Utiliser certains modèles de gisements minéraux;
- c) Dresser des cartes des zones minérogéniques identifiées.

105. Ces cartes pourraient servir de base à des évaluations itératives des ressources non découvertes, à mesure que l'on acquiert de nouvelles données. Dans la plupart des cas, ces évaluations seraient au mieux semi-quantitatives mais le tableau d'ensemble ainsi obtenu permettrait d'apprécier de façon bien plus réaliste la viabilité à plus long terme qu'à partir des ressources actuellement recensées.

106. Ce qui est plus important dans un premier temps, c'est que ces cartes permettraient de tenir compte des ressources minérales dans le cadre d'une conception intégrée de la planification de l'occupation des sols. La nécessité de faire de la prospection et de mettre en valeur les ressources minières pourra être appréciée par rapport aux autres besoins en matière d'occupation des sols. Qui plus est, comme il s'avère que l'industrie se fonde avant tout, pour évaluer les conditions d'investissement dans l'exploitation minière, sur le potentiel minéral patent, elle pourrait, s'il existait un programme mondial de recensement des terrains minérogéniques, fonctionner de façon rationnelle, productive et propice à l'harmonie sociale.

107. Par exemple, le programme aiderait des populations locales et nationales à comprendre qu'il est de l'intérêt mondial de préserver autant que faire se peut, la possibilité d'explorer et de mettre en valeur les principaux terrains minérogéniques du monde entier, pour la gestion et l'exploitation rationnelles de l'ensemble des ressources minérales mondiales.

108. Il convient de faire une distinction entre l'ampleur de l'exploration minérale et celle des exploitations minières. Il ne faut pas oublier que, s'il est nécessaire d'explorer des zones étendues, on peut le faire en grande partie par des techniques non intrusives, par exemple des levés aéromagnétiques, et que l'exploration n'est généralement pas incompatible avec d'autres utilisations des sols. Une fois que l'exploration a donné des résultats positifs, l'exploitation minière proprement dite reste limitée à des zones relativement peu étendues. Si

l'on continue à appliquer les meilleures méthodes d'intégration de l'environnement et du développement⁴³, l'impact sur l'environnement à court terme peut être maintenu dans des limites acceptables, l'impact à long terme étant négligeable. Il convient de souligner également que, si des directives appropriées sont suivies en matière d'environnement, l'exploration et la mise en valeur de gisements miniers ne sont pas incompatibles avec d'autres formes d'utilisation des sols, y compris l'agriculture et les parcs nationaux.

109. En conséquence, à sa deuxième session, le Comité des ressources naturelles a conclu que le système des Nations Unies pourrait contribuer substantiellement à la gestion à long terme et à la mise en valeur des ressources minérales en constituant un corpus mondial de connaissances, à des échelles appropriées, sur les possibilités de prospection et d'exploitation des ressources minérales⁴⁴.

Recommandation 3

110. Compte tenu des recommandations 1 et 2 (voir par. 66 et 73 ci-dessus), il est recommandé de constituer un corpus mondial de connaissances sur les ressources minérales, notamment d'inventaires des terrains minérogéniques et d'amalgamer avec les autres informations sur les terres, ce qui permettrait d'étendre l'horizon de la durabilité et de tenir dûment compte, lorsqu'on planifie l'occupation des sols, des besoins nationaux et mondiaux d'exploration et de mise en valeur des ressources minières.

111. Le Comité n'ignore pas que, bien souvent, de nombreux pays procèdent déjà à la collecte des informations nécessaires et que plusieurs organisations internationales existantes (aussi bien gouvernementales que non gouvernementales) pourraient aider à l'acquisition de cet ensemble de connaissances, dont la Banque mondiale a également reconnu l'importance pour les pays en développement. Il semble donc que le coût de cette opération soit relativement modique si l'on tire parti des efforts déployés par de nombreuses institutions aux niveaux national et régional. L'ONU devra définir la mission au niveau mondial et assurer la coordination nécessaire. Un organe consultatif devrait définir les normes que les organisations devraient suivre dans la collecte et le collationnement de données géoscientifiques, s'agissant notamment d'adopter des formules homogènes dans la définition des terrains minérogéniques et l'évaluation du potentiel minéral.

112. Les pays qui ont un service géologique et des industries extractives solidement établis ou bien des programmes internationaux en place peuvent jouer un rôle de chef de file dans l'élaboration de programmes régionaux. Les organismes responsables des ressources minérales qui viennent d'être créés dans les pays d'Europe centrale pourraient également jouer un rôle dès maintenant. Il sera nécessaire d'apporter une aide financière et technique à certains pays en développement pour l'acquisition et l'interprétation des données; d'autres pays, comme ceux de l'ex-URSS, ont besoin d'une assistance pour assurer que l'information, qui était confidentielle autrefois, ne soit pas irrémédiablement perdue mais au contraire soit intégrée au corpus mondial.

113. Un tel ensemble de connaissances est manifestement essentiel si l'on veut tenir compte, dans la définition des modes de consommation viables, aussi bien de la disponibilité des ressources que de l'impact sur l'environnement. Ceci

est conforme à l'objectif énoncé au chapitre 40 d'Action 21, à savoir, renforcer les moyens permettant, aux échelons local, provincial, national et mondial, de recueillir des informations et de les utiliser dans les processus de prise de décisions [par. 40.5 b)]. Le chapitre 40 souligne également la nécessité de dresser des inventaires des données sur l'environnement, des ressources et le développement, les activités de collecte de données devant être renforcées au sein des organes et organismes des Nations Unies, notamment dans le domaine des ressources terrestres (par. 40.8).

IV. CONCLUSION : OBSERVATIONS SUR LES RECOMMANDATIONS

114. Les mesures énoncées dans les recommandations 1, 2 et 3 (par. 66, 73 et 110) ne sont guère sujettes à controverse ou onéreuses. Les informations nécessaires sont en grande partie déjà collectées au niveau national. Il incombe à l'ONU de contribuer à la gestion des questions d'importance mondiale en coordonnant la collecte d'informations de manière à ce que les politiques définies au niveau tant international que national s'inscrivent dans un cadre mondial.

115. Il conviendrait peut-être de rattacher la commission des industries extractives et des matériaux, qui serait créée en vertu de la recommandation 1 (par. 66) au Département des services d'appui et de gestion pour le développement – elle apporterait un soutien direct au Comité dans les conseils qu'il donne au Conseil économique et social – ou encore, à la CNUCED – elle apporterait le soutien technique pour les activités d'information en cours.

116. Le Département des services d'appui et de gestion pour le développement, qui est le principal organe opérationnel du Secrétariat de l'ONU, et les commissions régionales paraissent être le mieux placés pour coordonner les activités visées dans les recommandations 2 et 3 (par. 73 et 110). Plus précisément, la Division de la gestion de l'environnement et du développement social apporte, dans les domaines des ressources naturelles, une perspective pluridisciplinaire, outre qu'elle fournit des services d'appui à la Commission des ressources naturelles; son Service de la planification et de la gestion des ressources naturelles et de l'environnement dispose en particulier de connaissances spécialisées dans le secteur des minéraux.

117. Le Département n'a pas encore entrepris d'activités précises qui se rattacheraient aux recommandations ci-dessus. Toutefois, dans le cadre de ses activités d'assistance technique, il a à maintes reprises participé à l'établissement d'inventaires des minéraux et de bases de données géologiques au niveau national. L'information et les connaissances spécialisées qu'il a acquises à cette occasion pourraient être utiles dans un programme cohérent d'évaluation des ressources minérales qui serait coordonné par l'Organisation des Nations Unies et qui vise à combiner et standardiser les différentes initiatives régionales et indépendantes.

Notes

¹ Rapport de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, Rio de Janeiro, 3-14 juin 1992, vol. I, Résolutions adoptées par la Conférence (publication des Nations Unies, numéro de vente : F.93.I.8 et rectificatifs), résolution 1, annexe II.

² Voir par exemple : Preston Cloud "Entropy, materials and posterity", Geologische Rundschau vol. 66, No 3 (1977).

³ Notre avenir à tous, Commission mondiale pour l'environnement et le développement.

⁴ Voir par exemple "Indicateurs du développement durable aux fins de la prise de décisions", rapport d'un atelier tenu à Gand (Belgique) du 9 au 11 janvier 1995 (Bureau fédéral du plan à Bruxelles).

⁵ Les gisements de minéraux sont renouvelables à l'échelle des temps géologiques et, de fait, certains types de gisements, comme ceux qui sont situés dans les grandes fosses océaniques, sont en voie de formation à l'heure actuelle. Toutefois, les gisements terrestres du type et de la qualité de ceux qui sont actuellement en cours d'exploitation, sont essentiellement non renouvelables.

⁶ Voir Crispin Tickell "What we must do to save the planet", New Scientist (7 septembre 1991).

⁷ Suivi du Sommet de Rio à l'échelon régional : Examen des principales incidences des décisions adoptées par la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement sur les politiques à l'échelon régional (Nations Unies, Genève, 1993).

⁸ Rapport de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement ..., annexe I.

⁹ Les combustibles fossiles sont parfois inclus dans une définition générale des ressources minérales, par exemple dans l'ouvrage intitulé International Mineral Development Source Book, J. F. McDivitt, éd. (Golden, Colorado : Forum for International Mineral Development, 1993). Toutefois, les questions relatives aux combustibles fossiles n'entrent pas officiellement dans le cadre du mandat du Comité des ressources renouvelables, mais dans celui du Comité des sources d'énergie nouvelles et renouvelables et de l'énergie pour le développement. Par conséquent, le présent document ne contient pas de recommandations au sujet des minéraux combustibles. Mais il y fait parfois référence car les questions plus générales liées à la prospection et à la mise en valeur des gisements englobent ces minéraux; et aussi parce que les questions de la disponibilité et des incidences de l'exploitation des minéraux métalliques et des minéraux à usage industriel sur l'environnement sont étroitement liées à l'utilisation des sources d'énergie.

¹⁰ Par exemple, ceux du Comité scientifique chargé des problèmes de l'environnement du Conseil international des unions scientifiques, concernant notamment les cycles biogéochimiques et la santé et l'écotoxicologie.

¹¹ "Développement, environnement et industrie minière : renforcement de la contribution du secteur minier aux objectifs du développement durable". Rapport sommaire sur les travaux de la Conférence internationale sur le développement, l'environnement et l'industrie minière (Washington), 1er-3 juin 1994.

¹² Voir par exemple L. Arizpe, R. Costanza et W. Lutz "Population and natural resource use", An Agenda of Science for Environment and Development into de Twenty-first Century, J. C. I. Dooge et al., eds. (Cambridge University Press, 1992).

¹³ Voir H. E. Daly et J. B. Cobb Jnr., For the Common Good: Redirecting the Economy toward Community, the Environment, and a Sustainable Future (Boston Beacon Press, 1989); voir aussi Action 21, chap. 4, par. 4.10 et 4.11, où on demande l'examen de nouvelles formes de croissance économique qui soient moins tributaires des ressources limitées de la planète.

¹⁴ Voir, par exemple, les données relatives aux États-Unis d'Amérique et au Japon dans F.-W. Wellmer et M. Kürsten, "International perspective on mineral resources", Episodes (septembre 1992), schéma 12.

¹⁵ Voir Wellmer et Kürsten, op. cit., schéma 10, indiquant une augmentation progressive de la consommation de métaux de base dans les pays industrialisés entre 1970 et 1990.

¹⁶ Voir Wellmer et Kürsten, op. cit., schéma 9.

¹⁷ Voir, par exemple, J. F. Bookout, "Two centuries of fossil fuel energy", Science, No 253 (1989).

¹⁸ Voir H. E. Daly, Steady State Economics (San Francisco: W. H. Freeman, 1977); voir aussi P. Demeny, "Demography and the limits of growth", Population and Development Review, Supplément No 14 (1988).

¹⁹ Voir B. J. Skinner, "Resource in the twenty-first century: can supplies meet needs?", (Document présenté lors du Colloque mondial sur les ressources naturelles, vingt-huitième Congrès géologique international, Washington, 1989).

²⁰ Estimation dans une communication personnelle de Wellmer (1994).

²¹ Voir H. Schütz et S. Bringezu, "Major material flows in Germany", Fresenius Environmental Bulletin, vol. 2, No 8 (1993); noter également que les apports en eau représentent 730 tonnes par habitant (pour la plupart de l'eau de refroidissement destinée aux centrales électriques).

²² Voir P. Gilding et G. Mawer, Eco-Competitiveness dans Management (avril 1996). Il est indiqué au paragraphe 4.18 d'Action 21 que "la réduction de la quantité de l'énergie et des matériaux utilisés par unité pour la production de biens et services peut contribuer à la fois à atténuer les contraintes pesant sur l'environnement et à augmenter la productivité économique et industrielle tout en renforçant la capacité de concurrence".

²³ Voir Mineral Commodity Summaries 1995 (Ministère de l'intérieur des États-Unis : Bureau des mines).

²⁴ Voir par exemple A. Kelley, "The future of metals", Minerals Industry International, No 996 (1990).

²⁵ Dans F. W. Wellmer, communication personnelle (1994).

²⁶ F. Hinterberger, S. Kranendonk, M. J. Welfens et F. Schmidt-Bleek, "Increasing resource productivity through eco-efficient services", Wuppertal Papers, No 13 (mai 1994).

²⁷ Voir par exemple W. G. B. Phillips, "Factors affecting the long-term availability of bulk minerals for the construction industry", dans Resources and World Development (John Wiley and Sons, 1987).

²⁸ Voir "Mineral resources and sustainable development: a workshop", Rapport technique No WP/94/12. Étude géologique britannique (Keyworth, Nottingham, 1994).

²⁹ Voir P. J. Cook, "Societal trends and their impact on the coastal zone and adjacent seas", dans Proceedings of the International Conference "Coastal Change 95" (Bordomer/Commission océanographique intergouvernementale, Bordeaux, 1995).

³⁰ Voir "Inventaire international des minéraux stratégiques, compte rendu analytique, 1984 : phosphate", United States Geological Survey Circular, No 930 C.

³¹ Voir par exemple R. P. Sheldon, "Industrial minerals, with emphasis on phosphate rock", dans Resources and World Development, op. cit.; Phosphate Deposits of the World, A. J. G. Northolt, R. P. Sheldon et D. F. Davidson, éd., Phosphate Rock Resources (Cambridge University Press, 1989); et Mineral Commodity Summaries 1995 (Ministère de l'intérieur des États-Unis : Bureau des mines).

³² La Commission a notamment pris note des apports fournis par diverses sources, par exemple le séminaire d'experts sur le thème des modes de consommation et de production durables (Cambridge, Massachusetts, 18-20 décembre 1994); organisé par le Massachusetts Institute of Technology et l'OCDE.

³³ A. G. Darnley et al., "A global geochemical database for environmental and resource management: recommendations for international geochemical mapping; final report of IGCP project 259", "Earth sciences 19", (UNESCO, 1995).

³⁴ Voir par exemple, Wellmer, F-W. et Kurtsen, M., 1992. International Perspective on Mineral Resources. Épisodes, septembre 1992, p. 182 à 194.

³⁵ "Lead-time Study: Review of Progress, 1993", International Strategic Minerals Inventory, treizième Réunion du Groupe de travail (publié par le United States Geological Survey); établi dans le cadre de la coopération entre les organismes des sciences de la terre et des ressources minérales de l'Afrique du Sud, de l'Allemagne, de l'Australie, des États-Unis d'Amérique et du Royaume-Uni.

³⁶ Congrès des États-Unis "Strategic Materials: Technologies to Reduce United States Import Vulnerability", Office of Technology Assessment, Washington, 1985).

³⁷ Voir A. Emberger, "Geological mapping and mineral maps", in International Mineral Development Source Book, J. F. McDivitt, éd., (Forum for International Mineral Development of the Colorado School of Mines, 1993).

³⁸ Voir "BMR refines its mineral resources classification system", Australian Mineral Industries Quarterly, vol. 36, No 3 (1984).

³⁹ Voir par exemple J. P. Dorian et J. Zwartendyk, "Resource assessment methodologies and applications", Materials in Society, vol. 8, No 4 (1984).

⁴⁰ Voir D. A. Singer, "Basic concepts in three-part quantitative assessments of undiscovered mineral resources", Non-Renewable Resources, vol. 2, No 1 (1993).

⁴¹ Jr., J. A. Briskey, "A proposed national mineral resource assessment", Non-Renewable Resources, vol. 1, No 4 (1992).

⁴² Voir Deverle P. Harris et al., "Evaluation of the United States Geological Survey's three step assessment methodology", research report to the United States Geological Survey (1993).

⁴³ Voir par exemple les Directives de Berlin, adoptées par la Table ronde internationale sur l'industrie extractive et l'environnement (Berlin, juin 1991) (E/C.7/1993/10, annexe I).

⁴⁴ Voir Documents officiels du Conseil économique et social, 1994, Supplément No 6 (E/1994/26).
