



Conseil économique  
et social

Distr.  
GÉNÉRALE

E/C.7/1994/8  
12 janvier 1994  
FRANÇAIS  
ORIGINAL : ANGLAIS

---

COMITÉ DES RESSOURCES NATURELLES  
Deuxième session  
22 février-4 mars 1994  
Point 7 b) de l'ordre du jour provisoire\*

BESOINS ÉCONOMIQUES ET SOCIAUX DANS LE SECTEUR DES RESSOURCES  
MINÉRALES : PROGRAMMES RÉGIONAUX D'ÉVALUATION DES RESSOURCES  
MINÉRALES

Examen des programmes régionaux d'évaluation des ressources  
minérales et des besoins en matière de ressources

Rapport du Secrétaire général

RÉSUMÉ

Il est essentiel de bien connaître le potentiel d'un pays en matière de ressources minérales pour la planification du développement national et régional. Or, bon nombre de pays en développement ne disposent pas de données suffisantes sur leurs ressources alors même qu'il existe un large éventail de techniques d'évaluation. Le présent rapport, établi en application de la décision 1993/302 du Conseil économique et social, comme suite à la recommandation du Comité des ressources naturelles à sa première session, recense les programmes d'évaluation existants ou prévus à l'échelon international et régional, qui sont à la disposition de l'Organisation des Nations Unies et des responsables gouvernementaux chargés de la planification et examine les six méthodes d'évaluation les plus couramment utilisées. L'utilité de l'information sur les ressources minérales pour les décideurs est également analysée.

---

\* E/C.7/1994/1.

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Paragraphe</u> s	<u>Page</u>
INTRODUCTION . . . . .	1 - 3	3
I. GÉNÉRALITÉS . . . . .	4 - 6	3
II. CLASSIFICATION DES RESSOURCES MINÉRALES . . . . .	7 - 12	4
III. PRINCIPALES MÉTHODES D'ÉVALUATION DES RESSOURCES . . . . .	13 - 30	5
A. Estimation de la valeur aréolaire . . . . .	15 - 17	6
B. Clarke . . . . .	18 - 20	9
C. Estimation volumétrique . . . . .	21 - 23	9
D. Modélisation des gisements . . . . .	24 - 25	10
E. Études Delphi . . . . .	26 - 27	10
F. Synthèses intégrées . . . . .	28 - 30	11
IV. APPLICATION DES MÉTHODES D'ÉVALUATION DES RESSOURCES . . . . .	31 - 33	11
V. LES GRANDS PROGRAMMES RÉGIONAUX ET NATIONAUX D'ÉVALUATION DES RESSOURCES . . . . .	34 - 102	12
A. Projet de cartes circumpacifiques . . . . .	34 - 38	12
B. Inventaire international des minéraux stratégiques (ISMI) . . . . .	39 - 42	13
C. Service géologique des États-Unis (USGS) . . . . .	43 - 56	15
D. Canada . . . . .	57 - 62	18
E. Chine . . . . .	63 - 70	19
F. Ex-Union soviétique . . . . .	71 - 79	23
G. Commission du Pacifique Sud pour les sciences de la terre appliquées . . . . .	80 - 90	25
H. Commission économique et sociale pour l'Asie et le Pacifique (CESAP) . . . . .	91 - 96	28
I. Amérique du Sud (Bolivie/Vénézuéla/USGS) . . . . .	97 - 102	29
VI. UTILITÉ DES PROGRAMMES D'ÉVALUATION DES RESSOURCES . . . . .	103 - 107	31

## INTRODUCTION

1. Sur la recommandation du Comité des ressources naturelles à sa première session (29 mars-8 avril 1993), le Conseil économique et social a prié le Secrétaire général de présenter au Comité, à sa deuxième session, un rapport récapitulatif sur les programmes régionaux d'évaluation des ressources minérales, dans lequel il présenterait les informations les plus récentes sur deux types de programmes : ceux qui concernent les ressources identifiées et ceux qui concernent les ressources potentielles ou non découvertes. Ce rapport inclurait les principaux pays producteurs d'Amérique du Nord et du Sud, d'Europe et d'Afrique et les nombreux pays de la région de l'Asie et du Pacifique où il existe un vaste potentiel. Des indications sur les activités d'évaluation entreprises dans l'ex-URSS et dans les autres pays à économie anciennement planifiée seraient fournies dans la mesure du possible. Les techniques d'évaluation et leurs modalités d'utilisation devaient être définies. Le présent rapport a été établi à la demande du Conseil.

2. Des concours ont été offerts par la Commission économique et sociale pour l'Asie et le Pacifique, la Commission économique pour l'Afrique et diverses autres sources identifiées par le Département des services d'appui et de gestion pour le développement du Secrétariat.

3. Le chapitre I contient des renseignements généraux. Le chapitre II expose les principes qui régissent la classification des ressources minérales et le chapitre III présente une description détaillée des six principales méthodes d'évaluation des ressources. Dans les chapitres IV et V, on indique comment elles ont été appliquées concrètement dans diverses régions du monde. Enfin, le chapitre VI analyse brièvement l'utilité des programmes d'évaluation des ressources minérales d'une façon générale.

## I. GÉNÉRALITÉS

4. On entend par évaluation des ressources le fait d'estimer et d'évaluer les ressources minérales présentes dans le sol, celles qui ont été découvertes et celles qui sont encore à découvrir. On s'intéresse surtout à la forme, à la concentration et à l'emplacement des gisements pour déterminer s'ils sont susceptibles d'être exploités dans des conditions économiques et techniques prévisibles. Dans la pratique, l'évaluation des ressources ne peut pas être définie de manière absolue. Elle est utilisée à des fins diverses – planification de la prospection, analyse économique, plans d'aménagement du territoire, formulation des politiques – et les utilisateurs s'intéressent surtout aux aspects qui sont immédiatement liés à leur discipline et à leurs horizons temporels.

5. Les débats consacrés aux ressources ont été longtemps obscurcis par un manque de rigueur et de précision dans la terminologie. Pendant plus d'un siècle, on s'est efforcé de mettre au point des définitions qui seraient largement acceptées et appliquées. Malheureusement, il en a résulté une multitude de définitions qui n'ont jamais fait l'objet d'un consensus, dans une large mesure parce que les objectifs et les priorités différaient. Même les expressions couramment employées, "teneur dans l'écorce terrestre", "richesses

minérales", "ressources" et "réserves", désignent des réalités différentes pour différents locuteurs.

6. Il est indispensable de procéder à une estimation des ressources pour la planification des approvisionnements futurs, mais cela ne suffit pas pour prévoir les quantités qui seront ultérieurement disponibles. La prévision des approvisionnements doit tenir compte également du rythme de progression des découvertes et des délais de mise en exploitation et de production. Il ne faut pas confondre (ce qui est souvent le cas) les estimations des ressources avec les quantités qui seront effectivement disponibles à un prix acceptable au moment et à l'endroit voulus.

## II. CLASSIFICATION DES RESSOURCES MINÉRALES

7. Les classifications utilisées aux fins de l'évaluation des ressources dépendent de la nature des évaluations. On distingue deux grands types d'évaluation : celles qui reposent essentiellement sur des paramètres géoscientifiques et celles qui reposent sur des paramètres géoscientifiques et économiques.

a) Les évaluations géoscientifiques ont pour but de réunir des données géoscientifiques optimales qui permettront aux responsables de l'aménagement du territoire et aux personnels chargés de planifier la prospection et d'analyser les approvisionnements d'apprécier la répartition et la nature probables des ressources minérales non identifiées, au niveau des régions. Utilisées principalement dans les régions où les ressources sont peu ou ne sont pas mises en valeur, les évaluations géoscientifiques sont purement qualitatives. Les impératifs économiques sont généralement vagues et implicites;

b) Les évaluations géoscientifiques/économiques ont pour but de fournir aux spécialistes de l'analyse décisionnelle une estimation (au moment présent) de l'ampleur des sources d'approvisionnement en ressources minérales à court terme et à plus long terme, de manière à pouvoir orienter les efforts vers la prospection et la mise en valeur de ces ressources et la mise au point des techniques nécessaires à cette fin. Les sources d'approvisionnement qui se prêtent à une quantification fiable sont principalement celles qui pourraient être exploitées dans les 15 à 20 prochaines années.

8. Les évaluations quantitatives nécessitent une approche multidisciplinaire fondée sur deux paramètres : quel est le degré de certitude des estimations sur la quantité de ressources effectivement présentes dans l'écorce terrestre et quel intérêt économique présentent-elles? Sur la base de ces paramètres, les ressources peuvent être subdivisées en quatre grandes catégories : les ressources connues et économiquement exploitables; les ressources connues et économiquement non exploitables; les ressources non connues et exploitables; et les ressources non connues et non exploitables. Ces classifications sont sujettes à des changements en fonction des découvertes et des fluctuations de coûts et de prix.

9. Le degré de certitude quant à l'existence physique d'un tonnage de minerais déterminés peut être caractérisé par des distinctions plus fines que celle qui oppose simplement les ressources "connues" aux ressources "non connues". Les

degrés de certitude forment un spectre continu allant de zéro à des valeurs très élevées mais, dans la pratique, ils se présentent généralement sous la forme d'une succession de gradations discrètes désignées par les qualificatifs : prouvé, mesuré, probable, théorique, possible, inféré, hypothétique, etc. Il est difficile d'établir des lignes de partage satisfaisantes entre ces termes descriptifs, si bien que les réserves considérées comme "prouvées" par certains paraîtront simplement "probables" à d'autres.

10. La distinction entre rentable et non rentable est également subjective dans une large mesure. Elle suppose que l'on réalise des études de faisabilité en prenant en compte tous les paramètres (méthodes d'extraction, coûts et revenus). Les subdivisions économiques reposent généralement sur l'un des critères suivants : prix, coût, rapport coûts/prix, ou rentabilité probable au terme d'une période déterminée. Pour certains métaux, la classification est compliquée par le fait que d'autres métaux sont présents dans les mêmes gisements, ce qui peut rendre l'exploitation plus intéressante du point de vue économique.

11. Les connaissances détaillées disponibles sur les réserves connues et économiquement exploitables – et sur la production antérieure – offrent une base d'extrapolation très utile pour l'évaluation des ressources. Néanmoins, la mise à jour des données sur la quantification des nouvelles découvertes pour obtenir un degré de certitude "raisonnable" entraîne des coûts élevés. L'analyse économique également. Les forages et les analyses ne sont donc habituellement entrepris que dans la mesure où c'est indispensable pour la planification de la production.

12. La limite supérieure des estimations est encore plus imprécise car elle dépend de l'évolution prévisible des techniques et de la situation économique, les deux notions étant étroitement liées. Parmi les progrès technologiques qui abaisseraient le seuil de rentabilité des ressources, on pourrait citer l'introduction de techniques permettant de localiser les gisements à une grande profondeur et l'emploi de méthodes plus performantes pour extraire les minerais et récupérer les produits de base qu'ils renferment, ce qui suppose des innovations dans les techniques de production des matières premières. Le seuil de rentabilité des ressources pour un produit de base dépend également des technologies liées à l'utilisation des matériaux qui pourraient par exemple réduire la demande pour le produit en question (et partant son prix) en le remplaçant par d'autres matériaux.

### III. PRINCIPALES MÉTHODES D'ÉVALUATION DES RESSOURCES

13. Le travail d'évaluation des ressources peut commencer par une évaluation des gisements identifiés et de leurs réserves dans une région ou pays, suivi ou non d'une estimation par analogie des ressources non découvertes. Pour évaluer les réserves, on peut utiliser toute une gamme de procédures d'estimation, selon les caractéristiques physiques des gisements et les données géologiques disponibles. Ces procédures permettent d'obtenir des estimations quantifiées, mais bien souvent, nombre de données nécessaires ne sont pas disponibles. Les méthodes utilisées sont soit traditionnelles soit géostatistiques.

14. La quantité est un des facteurs qui différencie les réserves des ressources non découvertes d'un pays. Dans les pays développés comme dans les pays en développement, les ressources minérales non découvertes peuvent être plusieurs fois plus importantes que les gisements connus. Face à la nécessité d'évaluer les ressources non découvertes, on a mis au point diverses méthodes d'estimation, qui sont utilisées internationalement. En général, on en compte six, plus une multitude de techniques basées sur les mêmes notions fondamentales. Ces six méthodes sont fondées sur la valeur aréolaire, le clarke, l'analyse volumétrique, la modélisation des gisements, les études Delphi, et la synthèse intégrée. Elles sont décrites ci-dessous avec les procédures analytiques que nécessite leur application. Le tableau 1 récapitule, pour chaque méthode, les ressources financières et les données nécessaires, les produits obtenus, les avantages et les inconvénients et les applications au niveau des pays.

#### A. Estimation de la valeur aréolaire

15. Pour évaluer les ressources d'une région par estimation de la valeur aréolaire, on procède par extrapolation à partir d'une valeur moyenne estimative, représentative des ressources dans une zone connue. Cette extrapolation est normalement fondée sur l'analogie géologique entre une région bien définie et une zone d'intérêt qui est géologiquement similaire. Comme exemple de zone connue, on peut citer les États des États-Unis, où les données sur la production minière et les réserves sont accessibles au public. On a aussi bien la quantité que la valeur pour l'analyse comparative de régions géologiquement similaires. L'estimation de la valeur aréolaire peut révéler les types de ressources minérales, et les quantités, que l'on trouvera probablement dans une zone d'intérêt géologiquement similaire. En outre, les évaluations de ressources fondées sur l'estimation de la valeur aréolaire permettent de juger de combien on pourra, à l'avenir, accroître la production des minéraux déjà exploités.

16. Pour l'estimation de la valeur aréolaire, on peut utiliser la technique d'évaluation de la valeur unitaire de la production régionale, qui est une version révisée de la technique d'évaluation originale fondée sur la valeur unitaire régionale, mise au point il y a plus de 20 ans à l'Université d'État de la Pennsylvanie (États-Unis). Les deux techniques sont toutes deux fondées sur l'hypothèse que des régions géologiquement similaires contiennent des ressources minérales de valeurs égales et que, pour des niveaux similaires de prospection et d'exploitation, la production sera comparable. Selon la technique de la valeur unitaire de la production régionale, on utilise des données sur la production minérale passée et le volume des réserves dans des zones explorées ou exploitées, pour évaluer les ressources minérales dans des régions moins prospectées ou peu exploitées. Pour obtenir les valeurs unitaires de production régionale a) on additionne la production minière des années passées dans une zone; b) on ajoute au résultat obtenu en a) le volume des réserves économiques; c) on calcule la valeur du total obtenu (production passée plus les réserves économiques); d) on calcule la valeur pour la région considérée en fonction de sa superficie (en kilomètres carrés). Une fois ces estimations calculées pour des régions exploitées, comme un État des États-Unis, elles peuvent être utilisées pour l'évaluation des ressources dans des régions géologiquement similaires qui sont sous-exploitées.

Tableau 1

Caractéristiques des principales méthodes d'évaluation des ressources

Méthode	Procédures suivies	Données nécessaires	Produits	Avantages	Inconvénients	Pays d'application
Estimation de la valeur areolaire	Extrapolation à partir de la valeur unitaire moyenne estimative dans une zone similaire exploitée bien explorée, pour connaître la valeur des ressources dans la région d'intérêt, moins prospectée et sous-exploitée	Données sur les types de roches et la production, par année et par ressource, pour la zone étudiée et la zone similaire	Estimation à l'échelle nationale, régionale ou provinciale du potentiel des gisements connus et inconnus, par produit	Relativement simple à utiliser pour la planification des ressources minérales; applicable universellement dans les pays développés et les pays en développement; coût modique; estimation rapide	L'hypothèse de base est que des zones géologiquement similaires contiennent des ressources minérales similaires; nécessité d'une carte géologique fiable de la zone d'intérêt; exige que l'on dispose de données fiables sur les produits	Australie, Canada, Chine (en préparation), États-Unis, Mexique, Nouvelle-Zélande, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Zimbabwe
Clarke	Estimation des ressources récupérables à partir de la valeur estimative moyenne du Clarke, habituellement en utilisant une fonction empirique	Données sur les types de roches et les valeurs géologiques	Estimations régionales, locales ou ponctuelles pour un élément donné. Estimation empirique des capacités de production en calcul des ressources récupérables	Rapide et modérément fiable pour la planification des ressources; mise facilement à jour si l'on dispose de nouvelles données; s'appuie sur des données analytiques assez précises	Nombreuses possibilités d'erreur car beaucoup de données sont nécessaires. Il faut absolument disposer de bonnes cartes géologiques; présume une relation génétique étroite entre les types de roches et les dépôts de minéraux associés	Canada, Chine, États-Unis, Turquie, ex-Union soviétique
Estimation volumétrique	Extrapolation à partir de la teneur moyenne représentative, estimée ou déterminée, d'une unité de volume connu	Données sur la quantité et la taille des gisements d'intérêt, la porosité et la perméabilité par stratigraphie, le rendement, la superficie et l'épaisseur	Estimation, par analogie, des ressources par unité régionale, locale, ou géologiquement définie	Relativement simple à utiliser et ne nécessite qu'un minimum de données; méthode standard pour l'estimation des ressources pétrolières et des cuvettes de gaz naturel	Il n'est pas évident pour les non initiés que l'on utilise très peu d'informations; l'estimation volumétrique est trompeuse lorsqu'il s'agit de définir les grandes options de politique économique ou nationale; présume une similitude géologique entre les régions	Canada, États-Unis (Alaska), Indonésie

Méthode	Procédures suivies	Données nécessaires	Produits	Avantages	Inconvénients	Pays d'application
Modélisation des gisements	Estimation des ressources dans un environnement géologique donné sur la base d'une analyse des gisements connus dans des environnements géologiquement similaires	Données géologiques, géochimiques, géophysiques, informations sur les gisements et données de télédétection. Aussi, informations génétiques et résultats des prospections précédentes	Estimations ponctuelles ou régionales du tonnage et de la répartition par qualité, par type de gisement et produit, à des coefficients de confiance de 0,05, 0,5 et 0,9	Utilise toutes les données disponibles et permet d'incorporer des notions géologiques; les estimations de fonction de la qualité des données utilisées; délimite les cibles de prospection	Les données pour la construction des modèles de gisement sont limitées; risque de mauvaise utilisation d'un modèle donné; beaucoup de données sont nécessaires; surtout utilisée pour des types bien connus de gisements	Bolivie, Canada, Chypre, Colombie, Costa Rica, États-Unis, Finlande, Norvège, Papouasie-Nouvelle-Guinée
Estimation Delphi	Estimation des ressources basée sur les opinions formulées par des experts géologues en se fondant sur l'analyse de toutes les données disponibles et sur leur expérience personnelle	Aucune donnée particulière n'est nécessaire, si ce n'est une connaissance de la géologie de la zone d'intérêt	Estimation subjective par zone du type de gisement qui peut porter, sur le tonnage, la qualité et la répartition des gisements	Rapide et économique; peut être utilisée n'importe où dans le monde si les experts géologues sont disponibles; fournit une estimation désagrégée	Il est très facile d'introduire un biais, intentionnel ou accidentel; les estimations de ressources tendent vers la moyenne du groupe; dépend entièrement des connaissances et de l'expérience des experts	Canada, Costa Rica, États-Unis, Mexique, Papouasie-Nouvelle-Guinée
Synthèse intégrée	Estimation des ressources potentielles en s'appuyant sur la combinaison ou l'intégration, ou les deux, d'une partie ou de l'ensemble des méthodes susmentionnées	Données obtenues par toutes les méthodes susmentionnées et, dans certains cas, dossiers sur les estimations qui sont les éléments de base pour d'autres méthodes	Estimation de telle ou telle ressource par gisement, produit, tonnage, qualité, et zone (très désagrégé). Les estimations peuvent servir pour les modèles économétriques nationaux	Intègre l'ensemble des données disponibles, notions, et les opinions des experts géologues, fournit des estimations désagrégées par produit; utile pour la délimitation des cibles de prospection et la planification des ressources minérales	Est coûteuse et prend du temps; nécessité énormément de données, est limitée à des applications locales; nécessite une équipe compétente	Bolivie, Canada, Chine, Colombie, Costa Rica, États-Unis, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Porto Rico, Scandinavie, Venezuela

Source : A. L. Clark, "The importance of data banks for resources assessment", in *New Paths to Mineral Exploration, Proceedings of the Third International Symposium*, (Hanovre, République fédérale d'Allemagne, 27-29 octobre 1982), F. Bender, ed., p. 97 et 98.

17. La technique d'évaluation de la valeur unitaire de la production régionale a été utilisée en Chine et en Papouasie-Nouvelle-Guinée. Dans les deux cas, on a utilisé la valeur unitaire de la production régionale d'États des États-Unis pour estimer la quantité et la valeur des ressources minérales susceptibles d'exister dans des provinces géologiquement similaires de la Chine et de la Papouasie-Nouvelle-Guinée.

#### B. Clarke

18. Cette méthode s'appuie sur l'hypothèse que plus la teneur d'un élément chimique dans la croûte terrestre est élevée pour un type de roche, une région ou une province géologique, plus il y a de chances que cet élément soit suffisamment concentré pour constituer une ressource. Il faut donc établir un lien entre le clarke et les ressources en utilisant un modèle de clarke, qui est calculé à partir des données géochimiques concernant une région connue. Lorsqu'on a les estimations de clarke pour cette région, on procède à des estimations du tonnage pour les différentes ressources de cette région et on trace ensuite un graphe du tonnage en fonction du clarke et on obtient en général une relation linéaire, que l'on appelle le modèle de clarke. Ce modèle sert ensuite à estimer les gisements de tel ou tel minéral dans une zone d'intérêt qui est géologiquement similaire.

19. Les problèmes rencontrés tiennent au fait qu'il est difficile d'établir la relation entre le tonnage des ressources et le clarke. Elle est en général linéaire lorsqu'elle est exprimée en logarithme, mais ce n'est pas vrai dans tous les environnements. L'extrapolation (à partir d'un modèle non linéaire) n'est donc pas toujours fiable. Par ailleurs, il est difficile d'apprécier le clarke pour un minéral donné ou pour un groupe de minéraux. Pour cette raison, on n'obtient par cette méthode que des données estimatives préliminaires, que l'on ne peut pas utiliser avec le même degré de confiance que les chiffres obtenus par d'autres méthodes qui font davantage appel aux données.

20. Le principal avantage de cette méthode est la possibilité de réaliser en relativement peu de temps une estimation peu coûteuse des ressources, qui donne une indication de la possibilité de trouver certaines ressources minérales dans un secteur. Sur cette base, les géologues et les économistes des ressources minérales peuvent juger de l'importance de la production minérale dans une région donnée, par rapport aux ressources possibles, qui seraient liées au clarke.

#### C. Estimation volumétrique

21. On obtient une indication approximative des ressources totales dans une région en multipliant la teneur minérale moyenne d'un volume unitaire de la croûte terrestre par le volume total de la zone d'intérêt. On procède par extrapolation à partir d'une estimation de la concentration représentative dans un volume connu. Comme lorsqu'on utilise la valeur aréolaire et le clarke, on utilise normalement pour une zone moins explorée le volume unitaire connu pour une région bien explorée qui est géologiquement similaire. L'analyse volumétrique a été utilisée par exemple pour l'évaluation préliminaire des ressources de pétrole et de gaz naturel sur le versant nord de l'Alaska.

22. Pour utiliser cette méthode, il faut avoir suffisamment d'informations géologiques sur la zone connue pour pouvoir déterminer la teneur moyenne d'une unité volume de la croûte terrestre. Or si l'information nécessaire pour déterminer la concentration moyenne est minime pour certains minéraux, elle est substantielle pour d'autres.

23. Un exemple possible d'estimation volumétrique consisterait à évaluer par extrapolation un gisement côtier chromifère en partant de la teneur moyenne en chromite du gisement côtier d'une région connue, comme la côte septentrionale de la Papouasie-Nouvelle-Guinée. Le gisement chromifère du littoral de la Papouasie-Nouvelle-Guinée a été estimé à 3,3 millions de tonnes de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , à 1,8 %. Si l'on découvrait ailleurs un gisement géologiquement similaire, on pourrait procéder à une estimation volumétrique des ressources en chromite en multipliant le volume du nouveau gisement côtier chromifère par la teneur moyenne en chromite du gisement se trouvant sur la côte septentrionale de la Papouasie-Nouvelle-Guinée.

#### D. Modélisation des gisements

24. Si l'on sait qu'une zone reconnue s'y prête géologiquement, on utilise la modélisation des gisements pour évaluer les ressources minérales en s'appuyant sur ce que l'on sait de gisements connus dans des contextes géologiquement similaires. Un modèle de gisement est essentiellement la représentation d'un certain type de gisement minier, principalement de ses caractéristiques géologiques, tonnage, teneur et répartition. La modélisation des gisements est une méthode relativement objective, en ce sens qu'elle s'appuie plus sur un modèle que sur l'expérience des géologues.

25. La démarche fondamentale de la modélisation des gisements est une comparaison entre les caractéristiques d'un modèle choisi et celles de la région d'intérêt. Le modèle de gisement devrait être basé sur les informations concernant le plus grand nombre possible de gisements pertinents, de manière à ce que toutes les caractéristiques géologiques possibles soient prises en considération. Une fois que l'on connaît la géologie de la zone à évaluer, les géologues et les économistes miniers peuvent choisir le modèle approprié. Les caractéristiques géologiques de ce modèle sont essentiellement appliquées par extrapolation à la zone d'intérêt et modifiées selon la géologie de cette zone. Un modèle de gisement est donc valable pour un environnement géologique donné, bien qu'il soit habituellement nécessaire de le modifier, compte tenu des caractéristiques propres d'une région.

#### E. Études Delphi

26. La méthode d'estimation Delphi recourt à l'intuition et aux connaissances professionnelles des experts géologues pour fournir des données estimatives probabilistes des ressources minières. On réunit les experts géologues familiers avec les minéraux présents dans une zone donnée pour estimer, individuellement et collectivement, les ressources potentielles. Les experts donnent leur avis et peuvent modifier leur opinion en fonction des réactions des autres, le but ultime étant que le groupe exprime son opinion collective sous la forme d'une seule estimation quantitative des ressources. Cette estimation tend à être biaisée, avantageant la moyenne du groupe; on définit donc en général,

/...

autour de l'estimation, une étendue probabiliste en s'appuyant sur les variations des opinions exprimées.

27. Cette méthode est largement utilisée pour l'évaluation des ressources parce qu'elle est rapide, efficace et économique. Elle peut être utilisée n'importe où dans le monde où l'on dispose d'experts géologues. Ceux-ci doivent certes avoir une connaissance de base de la géologie de la zone étudiée, mais ils n'ont pas besoin de données spécifiques. C'est pourquoi l'estimation Delphi est particulièrement utile si on n'a guère de données de prospection. Si la région fait l'objet d'une évaluation préliminaire des ressources, les résultats risquent de biaiser les opinions des experts géologues. En général, moins il y a d'informations disponibles, plus la méthode Delphi est séduisante. L'estimation Delphi est probablement surtout utile pour les évaluations régionales ou de reconnaissance. Récemment, cinq géologues confirmés ont participé à une étude Delphi sur le bassin de San Juan au Nouveau-Mexique (États-Unis) pour estimer les ressources en uranium sur la base des données géologiques existantes, sans tenir compte des estimations déjà réalisées.

#### F. Synthèses intégrées

28. Si l'on dispose de suffisamment de temps, de personnel et de fonds pour procéder à une évaluation complète et détaillée des ressources, on peut utiliser la méthode de la synthèse intégrée, qui permet d'obtenir des estimations de ressources fondées sur l'intégration de tout ou partie des méthodes examinées ci-dessus. Pour cela, il faut à la fois toutes les données géologiques, géochimiques et géophysiques disponibles et du personnel compétent. Bien souvent, on a besoin des données et des estimations obtenues par les cinq autres grandes méthodes pour effectuer une analyse de synthèse intégrée.

29. On a utilisé récemment l'analyse de synthèse intégrée pour estimer le potentiel minier de l'Altaï dans le Xinjiang (Chine). Les principales techniques utilisées pour l'estimation des réserves ont été la compilation des inventaires miniers, la modélisation des gisements et l'estimation Delphi.

30. L'estimation des ressources par synthèse intégrée est généralement désagrégée et les résultats sont présentés par produit. On peut évaluer le tonnage et la teneur d'un minerai donné présentant un intérêt économique soit par gisement soit par région. Étant détaillées, ces estimations peuvent servir à délimiter des cibles de prospection et à guider dans la prise de décisions au niveau des politiques d'exploitation. On peut aussi utiliser les estimations de ressources très désagrégées (c'est-à-dire, par gisement) pour élaborer des modèles économétriques nationaux permettant d'évaluer l'abondance et le coût des ressources.

#### IV. APPLICATION DES MÉTHODES D'ÉVALUATION DES RESSOURCES

31. Les évaluations de ressources sont faites aussi bien si on connaît les ressources minérales que si on ne les connaît pas. Dans le cas de gisements connus, on procède généralement à un inventaire national des mines et des gisements qu'il est envisagé ou prévu de mettre en exploitation, et les réserves de chaque mine sont prouvées. Les estimations de tonnage offrent aux décideurs

une base quantitative pour formuler les objectifs régionaux ou nationaux de développement.

32. L'estimation des ressources minérales non découvertes, au moyen de l'une ou plusieurs des six principales méthodes d'évaluation des ressources décrites plus haut, sert de base à la fois pour la formulation des futurs programmes de prospection des ressources minérales et pour la planification des politiques à moyen et à long terme. Malheureusement, la plupart des planificateurs des administrations publiques comprennent mal et sous-estiment en général l'utilité de l'évaluation des ressources minérales non découvertes. Cela s'explique surtout par le fait que les ressources non découvertes sont "invisibles" aux décideurs et ne méritent donc pas de retenir leur attention dans l'immédiat. Néanmoins, les estimations de ressources ont toujours été un indicateur précis permettant de déterminer les ressources futures et les possibilités de découvertes. Les données obtenues sont plus utiles aux gouvernements si elles sont présentées en termes économiques et non en termes géologiques, les décideurs étant généralement peu versés en géologie.

33. Le choix d'une méthode d'évaluation des ressources est une tâche importante, parfois difficile. Il faut commencer par décider du type d'information recherché dans une opération d'évaluation donnée. Si c'est une évaluation générale des ressources que l'on souhaite, la valeur aréolaire, le clarke ou l'analyse volumétrique peuvent convenir. Si l'on a besoin de données plus détaillées, la modélisation des gisements pourrait être plus appropriée. Les ressources, le temps et le personnel nécessaires, l'existence de données géologiques, géochimiques et géophysiques, et l'acceptabilité des biais et des erreurs d'évaluation sont autant de facteurs à prendre en considération.

## V. LES GRANDS PROGRAMMES RÉGIONAUX ET NATIONAUX D'ÉVALUATION DES RESSOURCES

### A. Projet de cartes circumpacifiques

34. Il s'agit de compiler et de publier, en collaboration au niveau mondial, des cartes géologiques et géophysiques et des cartes des ressources du bassin du Pacifique et des zones continentales adjacentes. Plus de 60 cartes ont été conçues et le Service géologique des États-Unis en a publié les deux tiers environ. Ces cartes sont conçues de façon à illustrer la relation qui existe entre les ressources énergétiques et minérales connues et la géologie, la tectonique et la dynamique de l'écorce terrestre de la région du Pacifique. Des données géologiques, géophysiques, minérales et énergétiques sont compilées à l'échelle de 1/10 000 000 sur des projections équivalentes. Chaque fois que possible, on complète les données disponibles par de nouvelles données obtenues dans le cadre de projets : lignes magnétiques, dissolutions dues aux premières secousses des tremblements de terre, pression lithostatique et gisements minéraux et sédiments des fonds marins. Des géologues et des spécialistes des sciences de la terre de toute la région de l'Asie et du Pacifique participent à ces travaux.

35. La zone du projet qui recouvre plus de la moitié de la surface terrestre, s'étend de l'océan Indien (90° de latitude Est) vers l'est à travers le Pacifique et comprend la quasi-totalité de l'Amérique du Nord et du Sud (50° de latitude Ouest). Elle englobe également l'océan Arctique et l'Antarctique tout entière. La base cartographique du projet est constituée par six cartes régionales chevauchantes au 1/10 000 000. La plupart des séries de huit cartes comprennent une carte du bassin du Pacifique au 1/17 000 000, qui présente les données relatives à l'ensemble du bassin et qui couvrent 220° de latitude, soit plus de la moitié de la surface terrestre. La projection utilisée est une projection équivalente de Lambert, de manière à réduire au maximum la distorsion. La série de cartes de base comprend des cartes géographiques et des cartes de base, celles-ci avec un quadrillage de 2° pour la restitution des données. La série des cartes thématiques comprend des cartes des plaques tectoniques, des cartes géologiques et géodynamiques, des cartes des ressources énergétiques et des ressources minérales et des cartes tectoniques.

36. Le projet de cartes circumpacifiques est actuellement exécuté sous l'égide de six groupes de géologues et de spécialistes des sciences de la terre représentant des organisations nationales des sciences de la terre, des universités et des sociétés d'exploitation des ressources naturelles. En 1992, 41 cartes avaient été publiées. Quatre séries de cartes ont déjà été publiées : cartes géographiques, cartes de base, cartes des plaques tectoniques et cartes géodynamiques. Dans la série de cartes géologiques, la publication a commencé en 1983 et devrait s'achever en 1994. Dans la série de cartes des ressources minérales, la première a été publiée en 1984, dans celle des ressources énergétiques en 1986 et dans celle de la série des cartes tectoniques en 1991 (tableau 2).

37. On a commencé à la fin de 1983, en coopération avec l'Union internationale des sciences géologiques (UISG) et le Comité pour la coordination de la prospection commune des ressources minérales au large des côtes d'Asie (CCPM), à préparer huit cartes de base au 1/2 000 000 pour une étude d'évaluation du bassin et des ressources pour l'Asie du Sud-Est. D'autres projets cartographiques régionaux, en Amérique centrale et en Amérique du Sud, sont au stade de la planification.

38. L'American Association of Petroleum Geologists publiait toutes les cartes avant 1990. C'est maintenant le Service géologique des États-Unis. Les rapports de situation sont disponibles sur demande auprès du siège du projet<sup>1</sup>.

#### B. Inventaire international des minéraux stratégiques (ISMI)

39. Les organismes des sciences de la terre et d'exploitation des ressources minérales de plusieurs pays ont commencé en 1981 l'inventaire international des minéraux stratégiques (ISMI), projet de coopération visant à rassembler des informations sur les principales sources de minéraux stratégiques. Des experts des Gouvernements de l'Allemagne, du Canada et des États-Unis participent au projet depuis le début; des experts de l'Afrique du Sud, de l'Australie et du Royaume-Uni s'y sont joints par la suite.

Tableau 2

Cartes circumpacifiques par année de publication

Année	Carte
1977	Carte géographique du nord-est Carte géographique du nord-ouest Carte de base du nord-est Carte de base du nord-ouest
1978	Carte géographique du sud-ouest Carte géographique du sud-est Carte géographique de l'Antarctique Carte de base du sud-ouest Carte de base du sud-est Carte de base de l'Antarctique Carte géographique du bassin du Pacifique Carte de base du bassin du Pacifique
1981	Carte des plaques tectoniques du nord-est (révisée et réimprimée en 1982 et 1986) Carte des plaques tectoniques du nord-ouest (révisée et réimprimée en 1982 et 1987) Carte des plaques tectoniques du sud-est (révisée et réimprimée en 1982) Carte des plaques tectoniques du sud-ouest (révisée et réimprimée en 1982 et 1986) Carte des plaques tectoniques de l'Antarctique (révisée et réimprimée en 1983)
1982	Carte des plaques tectoniques du bassin du Pacifique (révisée et réimprimée en 1983 et 1985)
1983	Carte géologique du nord-est
1984	Carte géodynamique du sud-est Carte géodynamique du sud-ouest Carte des terranes tectonostratigraphiques Carte des nodules de manganèse et des sédiments du bassin du Pacifique Carte géodynamique du nord-ouest Carte géodynamique de l'Antarctique Carte géodynamique du bassin du Pacifique Carte géologique du sud-est
1985	Carte géodynamique du sud-est Carte géodynamique du sud-ouest Carte des terranes tectonostratigraphiques Carte des nodules de manganèse et des sédiments du bassin du Pacifique Carte géodynamique du nord-ouest Carte géodynamique de l'Antarctique Carte géodynamique du bassin du Pacifique Carte géologique du sud-est
1986	Carte des ressources énergétiques du nord-est
1988	Carte géologique du nord-ouest Carte géologique du sud-ouest Carte géologique de l'Antarctique
1989	Carte de base de l'Arctique
1990	Carte géographique de l'Arctique Carte géodynamique de l'Arctique Carte des risques de catastrophes naturelles du bassin du Pacifique (révisée et réimprimée en 1992)
1991	Carte des ressources énergétiques du sud-est Carte tectonique du sud-ouest
1992	Carte des ressources énergétiques du nord-ouest

40. Les rapports de l'ISMI mettent à la disposition du public, sous une forme pratique, des données et descriptions non exclusives concernant les principaux gisements de minéraux stratégiques, dans l'optique des politiques ayant trait à l'approvisionnement mondial à court, à moyen et à long terme. (Comme une ressource minérale qui est stratégique pour un pays ne l'est pas nécessairement pour un autre, on ne peut pas établir de liste définitive des minéraux stratégiques.) Les rapports de l'ISMI présentent d'une manière utile aux analystes des politiques et aux géologues, des états récapitulatifs des données compilées et un aperçu des questions d'offre.

41. Il a été décidé de commencer par des études sur le chrome, le manganèse, le nickel et le phosphate. Ces études ont à présent été publiées ainsi que d'autres sur les métaux du groupe du platine, le cobalt, le titane, le graphite, le lithium, l'étain, le vanadium et le zirconium. D'autres études ont par la suite été entreprises sur le niobium (colombium) et le tantale, le tungstène et des oxydes de terres rares et l'yttrium. Une étude régionale des minéraux stratégiques de l'Afrique subéquatoriale a été publiée et une étude sur l'Europe orientale est en cours.

42. Ont notamment participé à la compilation de l'ISMI les organismes ci-après des sciences de la terre : Bureau of Mines et Service géologique du Department of the Interior des États-Unis, Commission géologique du Canada et le Secteur de la politique minérale du Ministère de l'énergie, des mines et des ressources du Canada, British Geological Survey, qui relève du Natural Environment Research Council. On peut également mentionner le Bureau of Resource Sciences du Department of Primary Industries and Energy de l'Australie, l'Institut des sciences de la terre et des ressources naturelles de l'Allemagne, ainsi que le Geological Survey et le Minerals Bureau du Department of Mineral and Energy Affairs de l'Afrique du Sud.

#### C. Service géologique des États-Unis (USGS)

43. En matière d'évaluation des ressources, le Service géologique des États-Unis a entrepris d'évaluer la répartition géographique, la quantité et la qualité des ressources minérales des États-Unis, en particulier celles des terres publiques : il étudie la géologie des gîtes minéraux connus et des zones de gisements potentiels, élabore et améliore les techniques d'exploration et les modèles de gisements connus nécessaires à la poursuite de la recherche de nouveaux gisements, et il contribue à la connaissance et à la compréhension des ressources nationales et mondiales en minéraux non combustibles en accordant une importance particulière aux minéraux stratégiques et critiques, à ceux qui sont en grande partie ou en totalité importés et à ceux qui sont nécessaires à l'économie des États-Unis.

44. Ces dernières années, le Service géologique a mené deux programmes d'évaluation des ressources minérales nationales et régionales : l'Alaska Mineral Resource Assessment Project (AMRAP) et le Conterminous United States Mineral Resource Assessment Project (CUSMAP). Il s'agit d'une évaluation moderne globale des ressources minérales identifiées ou non de la masse continentale des États-Unis, de l'Alaska et des territoires dépendants des États-Unis en vue de déterminer les zones pouvant contenir d'importants gisements de minéraux, d'avoir des informations sur les ressources minérales

pour la planification de l'utilisation des terres publiques, et de connaître l'effet des décisions relatives à la gestion des ressources, de la politique d'aménagement du territoire, des mesures prises par le Congrès et des projets des gouvernements des États et des pouvoirs locaux sur la base de ressources totale du pays. À cette fin, le Service géologique des États-Unis mène toute une gamme d'études : compilation et synthèse des informations publiées sur les ressources minérales au niveau des États ou de plusieurs États; études spéciales sur un thème ou une région menées en vertu des dispositions statutaires relatives aux régions sauvages ou d'aider à déterminer l'emplacement et le caractère des ressources minérales; études pluridisciplinaires effectuées par des équipes de géologues, de géophysiciens, de géochimistes et d'économistes des minéraux en vue d'une évaluation probabiliste des ressources minérales sur une base régionale.

45. En 1993, l'Office of Mineral Resources (OMR) du Service géologique a proposé une évaluation quantitative probabiliste des ressources minérales non combustibles et de leurs terres publiques des États-Unis. Pour la première fois on disposera, pour tout le territoire des États-Unis, d'un minimum d'informations systématiques et à jour sur les ressources naturelles et d'estimations de l'ensemble de la dotation en ressources minérales non encore découvertes.

46. Le Service géologique propose de procéder en sept ans à une estimation probabiliste quantitative des ressources minérales non combustibles non encore découvertes des États-Unis et de leurs terres publiques, de manière à disposer pour tout le territoire du pays d'un minimum d'informations systématiques concrètes et à jour sur les ressources minérales.

47. Le plan proposé prévoit une évaluation nationale préliminaire de deux ans, suivie d'une évaluation nationale qui serait répétée tous les cinq ans environ. L'évaluation préliminaire de deux ans, qui servira de point de départ, portera sur un nombre limité de types de gisement et se fondera sur la base de données existante. Elle fera l'objet d'un rapport qui contiendra des cartes délimitant les secteurs où le type de gisement considéré pourrait se trouver ainsi qu'une description générale des principes de délimitation des gisements. Il y aura des tableaux donnant les types de gisement évalués, les ressources identifiées, des estimations du nombre de gisements non découverts, et un résumé des estimations qualitatives des ressources minérales non découvertes. Les organismes d'aménagement du territoire et de planification des ressources recevront des cartes, sur support papier et sur ordinateur, aux échelles qu'ils souhaitent, pour la planification de la mise en valeur des terres et des ressources et pour la prise de décisions. Les spécialistes du Service géologique se rendront auprès de ces organismes afin de déterminer leurs besoins futurs en matière de planification.

48. Les importantes questions ci-après seront également traitées dans le plan proposé : a) évaluation initiale des terranes susceptibles de contenir des gisements cachés, notamment par l'expansion des activités actuellement menées par le Service géologique pour définir des techniques et des notions spécialisées en matière d'exploration géochimique et géophysique;

b) formulation, mise à l'essai et application préliminaire de techniques permettant d'effectuer, dans un délai de deux ans, des estimations probabilistes quantitatives des ressources minières industrielles; c) retour sur l'évaluation des terranes susceptibles de contenir des minéraux inhabituels, découverts récemment dans des formations géologiques traditionnellement considérées comme n'ayant guère de valeur du point de vue minéral.

49. La méthode utilisée pour l'évaluation des ressources minérales nationales est similaire à la méthode d'analyse des gisements récemment utilisée pour l'évaluation nationale des réserves de pétrole, qu'elle complète. Les deux évaluations nationales seront étroitement coordonnées, les responsabilités en matière de collecte des données d'intérêt commun étant partagées.

50. C'est le Service géologique des États-Unis qui a mis au point la plupart des techniques et méthodes d'évaluation quantitative et probabiliste des ressources minérales et il les appliquera systématiquement dans le cadre du plan septennal proposé à l'évaluation des ressources minérales naturelles. La méthode consiste en une procédure systématique, hautement intégrée, fondée sur des modèles des gîtes géologiques et des modèles de tonnage et de teneur que le Service géologique a construits pour un grand nombre de types de gisements de minéraux dans le monde entier. Les géologues qui ont une connaissance de première main d'une zone procèdent à une estimation pour chaque type de gisement identifié, du nombre des gisements non encore découverts dans cette région. Le programme de simulation appelé MARK 3 utilise à la fois les estimations du nombre des gisements non découverts et les teneurs et tonnages habituels des gisements représentés par les modèles de tonnage et de teneur construits pour chaque type de gisement pour donner une répartition probabiliste des quantités de minéraux contenus dans ces gisements, une attention particulière étant accordée à la relation existant entre la teneur et le tonnage des gisements et entre la teneur des différents minéraux dans le même type de gisement. Ainsi, les connaissances des géologues sont mises à la disposition des économistes et des décideurs sous une forme qui se prête à une analyse plus approfondie.

#### 1. Alaska Mineral Resource Assessment Programme (AMRAP)

51. On effectue quatre types d'études de plus en plus détaillées afin d'obtenir une évaluation générale des ressources minérales et énergétiques de l'État de l'Alaska. Les études de niveau 1 sont à l'échelle de l'État et les cartes publiées sont généralement au 1/2 500 000. Aucune étude de ce niveau n'est en cours.

52. Les études de niveau 2 portent sur de vastes portions de l'État et les cartes publiées sont généralement au 1/1 000 000. Des études de niveau 2 relatives à la géologie et au potentiel de ressources minérales sont en cours sur la péninsule de l'Alaska et dans la région orientale de la chaîne de l'Alaska.

53. Les études de niveau 3 sont des évaluations pluridisciplinaires de certains secteurs effectuées au 1/250 000 par plusieurs équipes. Elles continuent d'être au centre des activités de l'AMRAP.

54. Dans les études de niveau 4, on établit des cartes détaillées (au 1/63 360 ou à une échelle plus grande) et on prélève des échantillons pour différents gisements minéraux ou de régions minières et on effectue les travaux de recherche connexes. Les activités de niveau 4 en cours en Alaska sont notamment des études géochimiques de grands dépôts sulfurés dans les roches volcaniques mafiques des terranes de Chugach et de Prince William, une étude de l'or filonien contenue dans les turbidites dans le périmètre de Seldovia et des études métamorphiques et structurelles dans le centre et l'ouest de la chaîne de Brooks.

55. Les rapports publiés récemment dans le cadre du programme et des projets connexes concernant les ressources minérales ont porté notamment sur une étude détaillée des sables aurifères du Circle District, les travaux de vérification lithographique et tectonique de la minéralisation du mercure dans le périmètre de Bethel et sur les ressources minérales non découvertes de la forêt nationale de Tongass au sud-est de l'Alaska.

56. Le Service géologique a publié les résultats des études qu'il a effectuées en 1990 sur le terrain et en laboratoire, sur les ressources minérales et énergétiques et la géologie de l'Alaska.

#### D. Canada

57. Le Canada a mis en place en 1980 un vaste Programme des minéraux et de ressources énergétiques (MERA), mécanisme devant permettre d'appliquer la politique du Gouvernement fédéral en ce qui concerne les ressources naturelles non renouvelables potentielles de certaines régions des territoires du Yukon et du Nord-Ouest avant qu'elles ne soient officiellement constituées en parcs nationaux. Les objectifs du Programme se présentent comme suit :

a) Veiller à ce qu'il soit dûment tenu compte de l'intérêt économique et stratégique des ressources minérales potentielles lors de la constitution de certaines parties des territoires du Yukon et du Nord-Ouest en parcs nationaux;

b) Veiller à ce qu'en formulant des recommandations touchant le prélèvement des terres à affecter à cette fin, le Ministre des affaires indiennes et de la mise en valeur du Nord compare les avantages que présenteraient ces terres si elles étaient constituées en parcs nationaux et la prospection, la mise en valeur et l'utilisation des ressources minérales et énergétiques dont elles pourraient être dotées;

c) Evaluer les ressources minérales potentielles des régions des Territoires du Yukon et du Nord-Ouest que les autorités canadiennes songent à transformer en parcs nationaux.

58. On procède à l'évaluation des ressources minérales pour diverses raisons, mais la plupart des évaluations sont réalisées à la demande d'autres organismes gouvernementaux. Au Canada, l'évaluation des ressources de certaines zones au nord de la latitude 60° est le plus souvent réalisée dans le cadre de négociations liées aux revendications territoriales des populations autochtones et du projet de création de parcs nationaux dans le Nord. Il s'agit, moins fréquemment, de définir d'autres orientations pour les régions du Nord,

notamment des directives devant régir la prospection, l'évaluation des régions inhospitalières, la pose de pipelines et le développement du transport. On enregistra de plus en plus de demandes d'évaluation liées à la colonisation des terres par les populations autochtones.

59. La principale méthode d'évaluation des ressources utilisée dans le programme MERA est la synthèse intégrée. Le Programme comprend deux phases d'activité qui se déroulent sur une période de 18 à 30 mois. La première phase (de 6 à 12 mois) comprend surtout une analyse des données actuelles, notamment la définition de la zone étudiée; l'établissement de domaines géologiques; l'établissement de la carte géologique à partir des sources existantes, l'inventaire et l'évaluation, à l'aide des informations disponibles, des ressources minérales et énergétiques de la zone étudiée, l'accent étant mis sur les produits métalliques et les hydrocarbures et l'application de modèles théoriques de gîtes minéraux à la zone étudiée, suivie d'une évaluation qualitative des ressources potentielles.

60. La phase 2 peut être plus diversifiée que la phase 1 et comporter un ou plusieurs aspects supplémentaires. On peut rassembler de nouveaux éléments d'information en établissant une nouvelle carte de la roche mère, une nouvelle carte de la surface, et des études portant sur la géobotanique, la télédétection, la paléontologie, la stratigraphie et la prospection géochimique. On peut combiner la phase 1 avec la phase 2 si le temps fait défaut ou si les données disponibles sont très limitées.

61. Dans le programme MERA, il est tenu compte de la nécessité de continuer à réévaluer les zones déjà évaluées. Pour évaluer les ressources minérales, il faut connaître la géologie de la zone qu'on évalue (synthèse des données géologiques disponibles) et les modèles de gisement. Plus on connaît la géologie de la zone en question, plus la synthèse qui en résulte est fiable. La synthèse géologique détermine à son tour les divers types de gisement qui devraient se trouver dans la zone étudiée. D'importantes zones du nord du Canada n'ayant fait l'objet que d'une étude géologique de reconnaissance, on ne dispose que de synthèses géologiques peu fiables en ce qui concerne plusieurs zones pour lesquelles il faut procéder à une évaluation des ressources, laquelle se heurte donc à bien des incertitudes.

62. Les futurs programmes de levés géologiques dans le nord du Canada permettront d'améliorer la base des données géologiques et d'améliorer la fiabilité des synthèses. La future évaluation des ressources du nord du Canada devrait avoir pour résultat des données plus fiables sur les ressources potentielles.

#### E. Chine

63. Du fait de sa structure géologique complexe et de l'immensité de son territoire (sa superficie place ce pays au deuxième rang après la Fédération de Russie), la Chine est bien dotée en ce qui concerne la plupart des principales ressources métalliques et non métalliques et des principaux combustibles minéraux. Cependant, avec une population de plus de 1,1 milliard d'habitants, la répartition par habitant des ressources minérales et énergétiques du pays est inférieure à celle de la plupart des autres pays riches en ressources minérales.

/...

Par ailleurs, nombre de gisements de ressources minérales autres que les combustibles sont de mauvaise qualité ou se trouvent dans des endroits isolés, ce qui rend leur exploitation très coûteuse et parfois difficile.

64. En Chine, c'est l'État qui organise toutes les activités de prospection minière y compris les levés géophysiques, géochimiques et géologiques régionaux réalisés à l'aide de systèmes embarqués, la prospection, les levés détaillés et la prospection de ressources minérales solides, de pétrole, de gaz naturel et d'eaux souterraines, réalisée à différentes échelles sur terre et en mer. L'assistance financière provient surtout de l'État. Sur les 1,1 million de personnes qui se consacrent actuellement à la prospection géologique en Chine, près de 400 000 travaillent pour le Ministère de la géologie et des ressources minérales (38,2 % du total) et le reste des autres ministères compétents. Dans ce pays, plus de 900 équipes de prospection géologique relèvent du Ministère de la géologie et des ressources minérales (51,9 %), du Ministère des ressources énergétiques (21,8 %), du Ministère de l'industrie métallurgique (8,6 %), de la Société des industries des métaux non ferreux de Chine (12 %), du Ministère de l'industrie chimique (2,6 %), de l'Office national de l'industrie des matériaux de construction (2,8 %) et du Ministère de l'industrie légère (0,2 %).

65. En Chine, les études géologiques sont menées de façon plus ou moins intensive. Ce n'est qu'à la fin de 1985 que le Gouvernement chinois a entrepris la première étude nationale détaillée et complète des ressources minérales et énergétiques et des mines. Il a également réalisé des études expérimentales et à petite échelle en 1984 et 1990. L'étude de 1985 supervisée par l'État a été menée par des organismes tels que le Ministère de la géologie et des ressources minérales. Elle a permis de faire l'inventaire des mines et des ressources minérales et énergétiques découvertes en Chine et de dresser le bilan national de la production, de la consommation et de l'emploi dans ce secteur. Selon les résultats de cette étude et d'autres, les géologues chinois ont découvert plus de 160 types de ressources minérales et énergétiques et vérifié les réserves de la plupart d'entre eux. Il s'agit notamment de cinq types de minéraux ferreux, 20 types de minéraux non ferreux et de métaux précieux, 76 types de minéraux non métalliques et de ressources minérales d'origine géothermique et souterraine et six types de combustibles minéraux. On trouve plus de 200 000 gisements de minerais en Chine, assez inégalement répartis en raison de la complexité et de la diversité des conditions géologiques.

66. La Chine dispose des plus importantes réserves en ce qui concerne nombre de ressources minérales et énergétiques et on y trouve en grande quantité plusieurs minéraux, notamment des terres rares et du tungstène, qui lui permettent non seulement de satisfaire la demande intérieure, mais également d'exporter. On estime que les réserves minérales de la Chine sont relativement modestes en ce qui concerne le chrome, les métaux du groupe du platine, le titane rutilé et le zirconium<sup>2</sup>.

67. En moyenne, plus de 7 000 projets de prospection géologique sont réalisés en Chine chaque année. A la fin de 1990, la Chine avait achevé les levés géologiques régionaux au 1/1 000 000; le levé au 1/200 000 était achevé pour les deux tiers du territoire. La première série d'opérations de prospection des

ressources minérales à l'échelle nationale a permis de découvrir plus de 200 000 gisements de divers types de minéraux, dont 15 000 possédant des réserves prouvées. Plus de 40 000 rapports d'études géologiques ont été soumis et environ 300 millions de mètres de puits ont été forés (tableau 3).

68. La prospection des ressources minérales dans la région autonome du Xinjiang, l'un des 76 principaux projets de recherche relevant du septième plan quinquennal chinois (1986-1990), est la plus importante activité de recherche géologique entreprise en Chine à ce jour. A l'issue de quatre années de prospection, on a découvert dans la partie nord du Xinjiang 25 gisements de métaux non ferreux : or, cuivre, nickel, plomb, zinc, mercure, antimoine et étain. Des gisements d'or, de cuivre, de nickel, de plomb, d'aluminium, d'étain, de mercure, d'antimoine et autres métaux non ferreux se trouveraient dans 132 autres zones. Ils se trouvent surtout au sud du massif de l'Altaï et des monts du Tianshan, ainsi que dans le bassin de la Djourgarie.

69. Dans le huitième plan quinquennal chinois, on préconise l'intensification de la prospection géologique de façon que le pays puisse mettre suffisamment de réserves de ressources minérales au service de la poursuite de la croissance économique. Dans le programme de prospection de 12 ans qu'il a récemment annoncé, le Ministère chinois de la géologie et des ressources minérales a insisté sur le fait que dans l'avenir les activités de prospection se déplaceront vers la partie occidentale du pays, étant donné qu'on a déjà établi le levé des principales sources énergétiques et minérales de la Chine orientale et centrale, en cours d'exploitation. Approuvé par la Commission d'État chargée de la planification, cet important programme de prospection géologique a été lancé en 1989 par plusieurs organismes gouvernementaux chinois. L'étude portant sur la période allant de 1989 à l'an 2 000 est réalisée conjointement par le Ministère de l'industrie métallurgique, la Société nationale de l'industrie des métaux non ferreux, le Ministère de la géologie et des ressources minérales et cinq autres organismes publics. L'accent sera mis sur la recherche de minerais d'aluminium, de chrome, de fer, de plomb et de zinc ainsi que de manganèse, et sur l'identification de nouveaux gisements à l'intérieur du pays et dans les provinces occidentales. Les activités de prospection de ressources minérales indispensables à l'industrie chimique et aux secteurs de la construction en Chine porteront notamment sur le phosphate, la potasse et le carbonate de sodium anhydre.

70. Dans le cadre des efforts que déploie la Chine pour chercher et découvrir de nouveaux gisements de minéraux, la Société nationale chinoise de l'industrie des métaux non ferreux a récemment signé avec l'Agence japonaise d'exploitation minière un accord relatif à un projet d'une durée de six ans ayant pour objet la prospection et l'exploitation de métaux communs et rares dans le sud de la Chine centrale. Les activités seront axées sur la plate-forme du Yangtze Para occidentale et l'étude portera sur quelque 150 000 kilomètres carrés dans la zone de Mian-Lue-Ning (province du Shanxi) et la zone de Lu-Wa (Yunnan). Les ressources potentielles de cuivre, de plomb, de zinc, de nickel et de cobalt seraient particulièrement prometteuses. L'étude a commencé en septembre par l'examen des données existantes. On procédera ultérieurement aux levés géologiques, géophysiques et géochimiques, aux forages et à l'exploration souterraine.

Tableau 3

Principaux atlas et cartes géologiques de la Chine publiés en 1989-1992<sup>a, b</sup>

Titre	Echelle	Date	Observations
Carte des ressources minérales de la Chine	1/5 000 000	1992	Série de 3 cartes
Série de cartes (géologie et géophysique des mers de Chine et des zones adjacentes)	1/5 000 000	1992	Série de 9 cartes
Images Landsat de la Chine	1/6 000 000	1992	1 feuille
	1/4 000 000	1992	2 feuilles
	1/2 500 000	1992	6 feuilles
	1/500 000	1992	15 feuilles
Progrès accomplis dans la géologie de la Chine	SO	1992	93 documents
Gisements de minéraux en Chine	SO	1992	Volume 2
		1990	Volume 1
Stratigraphie et paléontologie de la Chine	SO	1991	Volume 1
Carte de l'utilisation des sols de la Chine	1/1 000 000	1991	Série de 64 cartes
Atlas des images Landsat des principales failles en activité en Chine	SO	1990	135 pages
Carte géologique de la Chine	1/5 000 000	1991	Avec un texte explicatif
Carte des types d'accidents géologiques de la Chine	1/5 000 000	1991	Avec un texte explicatif
Carte géologique du quaternaire de la Chine et des zones océaniques adjacentes	1/2 500 000	1990	9 feuilles avec une note explicative
Géologie et environnement du quaternaire en Chine	SO	1991	Volume 1
Plateau du Loess	SO	1991	374 planches en couleurs et 19 cartes
Carte géomorphologique de la plaine du Huang-Huai-Hai (plaine de la Chine du Nord) en Chine	1/1 000 000	1990	1 carte
Carte du quaternaire de la plaine du Huang-Huai-Hai en Chine	1/1 000 000 et	1990	2 cartes
	1/2 000 000		
Carte paléogéographique des lithofaciès du quaternaire de la plaine du Huang-Huai-Hai			
Carte géologique de Shenzhen	1/500 000	1989	1 carte
Carte géologique du plateau du Qinghai-Xizang (Tibet) et des zones adjacentes	1/1 500 000	1989	1 carte
Carte des lithofaciès de la plaque tectonique du Xizang (Tibet)	1/1 500 000	1989	1 carte

SO Sans objet.

<sup>a</sup> Pas nécessairement complets.<sup>b</sup> On peut en général obtenir les cartes et atlas auprès de GEOCARTO International Centre, Boîte postale 4122, Hong-kong. Téléphone : (852) 546-4262; télécopie : (852) 559-3419.

F. Ex-Union soviétique

71. Pour amener les investisseurs étrangers à s'intéresser à son industrie extractive, le Gouvernement de l'URSS a publié en 1989 une liste de 120 gisements de minéraux découverts un peu partout dans le pays. Parallèlement à l'ouverture de l'industrie aux investisseurs étrangers, le Gouvernement a amélioré sa base d'informations géologiques en chargeant le Groupe Robertson du Royaume-Uni d'entreprendre en coopération avec les services compétents un projet ayant pour objet d'établir un atlas paléogéographique des régions épicontinentales de l'Eurasie. Aux termes de l'accord, l'Institut géologique de l'Académie des sciences de l'URSS fournirait au Groupe les cartes géologiques et les informations techniques relatives à la zone en mer et à la zone bordière adjacente en Union soviétique. Ces cartes, établies dans les sept dernières années par une équipe de plus de 100 géologues soviétiques, sont maintenant mises pour la première fois à la disposition des Occidentaux.

72. Entre 1990 et 1992, le Groupe a utilisé des techniques de production numérique pour établir des cartes en couleurs de grande qualité et a également aidé les experts russes à élaborer un rapport technique à insérer dans l'atlas. Pour parachever l'étude du littoral, l'Institut géologique a rassemblé des informations auprès des organismes homologues d'autres pays limitrophes du continent eurasiatique, du Japon à la Chine et au Viet Nam en passant par l'Inde et la région méditerranéenne. Ce projet, d'une valeur d'environ 750 000 dollars, a été financé par des sociétés pétrolières et minières. Les cartes contiennent des informations géologiques sur la présence de pétrole et de minéraux, qui peuvent servir à déterminer les zones en mer et les zones bordières adjacentes les plus prometteuses.

73. En 1991, à la suite d'un accord avec le Ministère soviétique de la géologie, le Groupe Robertson a été autorisé à vendre et à distribuer en quantités limitées des cartes géologiques et des cartes des ressources minérales de l'Union soviétique, qui n'étaient pas auparavant disponibles à l'Ouest. Ces cartes dont la légende est en anglais indiquent les ressources suivantes : pétrole, gaz, minéraux métalliques et industriels, diamants et or.

74. La disparition de l'Union soviétique en 1991 a entraîné l'arrêt des relations commerciales entre le Groupe britannique et le Gouvernement soviétique. Aujourd'hui, la Commission russe de l'écologie et de l'utilisation rationnelle des ressources naturelles assume la plupart des tâches de l'ancien Ministère soviétique de la géologie et a par conséquent accès aux cartes géologiques actuelles de l'ex-Union soviétique.

75. L'ancien Gouvernement soviétique, qui tenait à améliorer sa base d'informations géologiques avant la dissolution de l'Union soviétique, avait commencé à coopérer aux études géologiques menées en Asie, en particulier en Chine. En avril 1991, les Ministères de la géologie des deux pays avaient signé à Beijing un mémorandum d'accord pour 1991-1992 sur les priorités de la coopération sino-soviétique dans les domaines de la géologie et des ressources minérales. Aux termes de ce document, la Chine et l'Union soviétique commenceraient à coopérer dans le domaine géologique dans les zones frontalières en échangeant des informations scientifiques et techniques, ainsi que de nouvelles techniques et de nouveaux matériaux.

76. Les océanologues chinois ont commencé à travailler avec des géologues soviétiques en 1991 dans le cadre d'études allant de la physique et de la géologie marines à l'échange d'informations et à l'élaboration d'instruments. Les deux pays ont conclu un contrat quinquennal à la suite de l'accord bilatéral signé en septembre 1990 à Moscou. Cette coopération sino-soviétique est fondée sur l'intérêt que portent ces pays à l'étude de la partie occidentale du Pacifique Nord, qui borde les deux pays à l'est, et du Kuroshio, courant chaud qui prend naissance près des tropiques et se dirige vers le nord. Selon différentes sources, l'ex-Union soviétique se proposait d'exploiter les nodules de manganèse situés dans les fonds marins de l'océan Pacifique à une profondeur d'environ cinq kilomètres.

77. Aujourd'hui, la Fédération de Russie est le pays le plus important de la nouvelle Communauté d'États indépendants (CEI). La plus grande partie des importantes ressources minérales de l'ex-Union soviétique se trouve en Russie, pays d'une grande diversité géologique, et le nouvel État dispose des plus importantes industries extractives du monde. En 1992, la Russie était l'un des principaux producteurs mondiaux de ressources minérales et énergétiques, y compris l'aluminium, le ciment, le cuivre, le charbon, les diamants, l'or, le minerai de fer, le plomb, le minerai de manganèse, le gaz naturel, le pétrole, l'étain et le zinc.

78. On estime à environ 28 500 milliards de dollars, sur la base des cours mondiaux, la valeur des principales ressources minérales (prospection, exploitation et réserves évaluées) en Russie. Bien que ce chiffre ait un caractère spéculatif, les dirigeants russes prennent conscience de l'importance que revêt ce secteur pour la croissance économique à long terme. Dans un projet de programme fédéral publié en 1993, ils indiquent que la Russie se propose de s'assurer jusqu'en l'an 2000 et au-delà une base fiable de ressources minérales reposant sur les principes suivants :

a) Promouvoir l'accélération du développement en appliquant les techniques de pointe à la production et à la transformation;

b) Intensifier les investissements consacrés à la découverte et à l'exploitation des gisements;

c) Quantifier et reconnaître le rôle que peut jouer l'industrie extractive russe dans l'économie en l'an 2000 et 2010;

d) Démanteler le monopole de l'État en matière de géologie et promouvoir la mise en valeur des ressources de la subsurface en accordant des licences;

e) Privatiser les entreprises et les transformer en sociétés par actions spécialisées dans les services géologiques et géophysiques.

79. Il va sans dire que les experts chargés de l'étude géologique de la Russie auront beaucoup de mal à promouvoir les activités de découverte et de mise en valeur des ressources minérales dans le pays pendant les prochaines années. L'État est dans une situation financière difficile et les problèmes juridiques tels que les droits de propriété ne sont pas encore réglés. Cependant,

indépendamment de ces problèmes, le Gouvernement russe continuera d'essayer d'attirer les investisseurs étrangers pour qu'ils apportent leur concours aux activités de levés géologiques et de mise en valeur.

G. Commission du Pacifique Sud pour les sciences  
de la terre appliquées

80. La Commission du Pacifique Sud pour les sciences de la terre appliquées est une organisation régionale intergouvernementale indépendante qui permet aux 12 États insulaires qui en font partie d'avoir accès à du matériel moderne et de bénéficier des services d'océanographes expérimentés. Son programme de travail est déterminé en fonction des demandes formulées par les pays membres, la priorité étant donnée à la collecte des données nécessaires pour gérer et mettre en valeur les ressources non biotiques des zones côtières et situées au large des côtes. L'exécution en est confiée à un secrétariat technique d'une cinquantaine de personnes basé à Suva (Fidji).

81. La Commission a été créée en 1972 en tant que Comité pour la coordination de la prospection commune des ressources minérales au large des côtes du Pacifique Sud. Elle a changé de statut juridique en 1984, devenant une organisation régionale indépendante et elle a pris le nom, en 1989, de Commission du Pacifique Sud pour les sciences de la terre appliquées. Elle compte actuellement les États membres suivants : Australie, États fédérés de Micronésie, Fidji, Guam, îles Cook, îles Marshall, îles Salomon, Kiribati, Nouvelle-Zélande, Nouvelle-Calédonie (membre associé), Papouasie-Nouvelle-Guinée, Samoa occidental, Tonga, Tuvalu et Vanuatu. La Commission se réunit une fois par an pour faire le point des travaux achevés et planifier les projets de travaux que ses membres lui demandent d'entreprendre.

82. Elle analyse les processus et les risques géologiques dans les zones côtières; étudie les ressources aux fins de gestion de l'environnement et de mise en valeur des zones côtières; évalue les possibilités d'exploiter les hydrocarbures, l'énergie de la houle et les minéraux marins; cartographie les zones côtières et les fonds marins et dispense une formation en sciences de la terre. Le programme de travail pour une année donnée est établi en fonction des demandes exprimées par les pays membres ainsi que des ressources et des services spécialisés dont le secrétariat dispose.

83. L'activité de la Commission s'articule autour des programmes suivants : le Programme des zones côtières (minéraux, cartographie, gestion, énergie et appui opérationnel), le Programme des hydrocarbures et des zones au large des côtes (hydrocarbures, minéraux des grands fonds, cartographie des fonds marins et services informatisés), le Programme des zones terrestres (ressources en eau et géologie), le Programme de formation, le Programme d'information et le Programme de gestion. Les activités d'évaluation des ressources minérales relèvent principalement du Programme des zones terrestres dont le but est d'assister les pays membres dans leurs recherches en sciences de la terre relatives à la zone terrestre, y compris l'évaluation des risques géologiques. Conformément au plan d'activité de la Commission pour 1992-1995, les stratégies d'action de ce programme seront notamment les suivantes :

a) Aider à dresser des cartes géologiques des centres urbains des pays membres insulaires;

b) Promouvoir et appuyer la création de bases de données régionales sur les ressources minérales des zones terrestres;

c) Faire connaître l'intérêt des ressources minérales des zones terrestres pour l'industrie;

d) Evaluer les sources d'agrégats dans les zones terrestres;

e) Développer la capacité du secrétariat en matière de système d'information géographique (ISG).

84. On mesurera l'impact de ces stratégies en fonction des critères suivants :

a) Demandes d'assistance pour l'établissement de cartes géologiques des centres urbains des pays insulaires membres;

b) Qualité et utilisation des bases de données régionales sur les ressources minérales des zones terrestres;

c) Publication de brochures promotionnelles sur les ressources minérales;

d) Intérêt porté aux ressources minérales par des entreprises;

e) Développement des activités de prospection minière;

f) Délivrance de permis d'exploitation minière;

g) Identification des sources d'agrégats des zones terrestres;

h) Capacité du secrétariat en matière de système d'information géographique.

85. Conformément au projet de programme de travail de la Commission pour 1994, les activités entreprises dans le cadre du programme des zones terrestres porteront essentiellement sur les ressources en eau plus que sur les évaluations géologiques. Il est prévu de consacrer 315 000 dollars à ces activités pendant l'exercice 1993/94 en vue d'élaborer un plan prospectif, d'apporter une assistance technique et de créer un groupe des ressources en eau au secrétariat de la Commission, d'offrir une formation technique au personnel local afin de l'aider à évaluer les ressources en eau et d'organiser des ateliers de forage.

86. Le Sous-programme géologie des zones terrestres prévoit notamment pour 1993/94 un atelier régional sur l'évaluation des risques et la planification et l'établissement de cartes rendant compte des effets des catastrophes naturelles sur l'environnement et enfin, en réponse aux demandes des pays membres, des conseils sur les mesures à prendre.

87. Dans le plan à moyen terme de la Commission pour 1995-1999, les activités sont regroupées en neuf programmes de base :

- a) Protection et gestion des zones côtières;
- b) Mise en valeur des minéraux à valeur commerciale, des agrégats et de l'eau;
- c) Mise en valeur des sources de l'énergie océanique;
- d) Ressources minérales des grands fonds;
- e) Évaluation des ressources pétrolières;
- f) Cartographie et surveillance des océans;
- g) Mise en valeur des ressources humaines;
- h) Gestion des données;
- i) Information.

88. Le programme de mise en valeur des minéraux à valeur commerciale, des agrégats et de l'eau représentera environ la moitié du budget de la Commission pour 1995-1999. Il visera avant tout à aider les pays membres à gérer et mettre en valeur leurs ressources en minéraux, agrégats et eau. La Commission évalue les ressources en minéraux précieux et industriels et en eau des zones côtières des pays membres. Il est en effet essentiel d'en évaluer systématiquement les ressources minérales si l'on veut que la région continue à se développer. On prospecte actuellement l'or placier dans de nombreuses îles volcaniques. Au cours des cinq prochaines années, on procédera à l'inventaire des ressources en or, en minéraux contenant du titane, en chrome et en minéraux stratégiques.

89. La construction de quais, de jetées, de digues, de bâtiments, d'aéroports et de sites d'enfouissement des déchets met déjà considérablement à contribution les sources classiques de sable et d'agrégats, notamment les plages, les glacis récifaux et les dépôts laissés après les tempêtes. La Commission continuera d'aider chaque pays à évaluer les ressources disponibles et les besoins en la matière.

90. Le programme des minéraux à valeur commerciale comprendra quatre projets principaux :

- a) Projet 1. Évaluation et inventaire des ressources. Les objectifs seront les suivants : effectuer des études géologiques sur le terrain au niveau de la région ou d'un site donné et estimer la valeur commerciale des ressources; accroître la capacité régionale d'effectuer des études sur le terrain; collecter des données sur les ressources en minéraux et celles en agrégats et en eau; constituer et tenir à jour une base de données; et suivre les activités de recherche-développement menées au niveau international en matière de prospection et de mise en valeur des minéraux. Le produit de ce projet sera le suivant : identification et évaluation des ressources en minéraux, agrégats et eau;

établissement de cartes bathymétriques, sismiques, géomorphologiques et d'autres relatives aux ressources, des profils des fonds marins, photographie aérienne à haute résolution et interpréter les images satellite; conseils sur l'utilisation viable des matériaux de construction et des ressources en eau; promotion des ressources en minéraux et en agrégats à usage industriel et création d'une base de données fonctionnelle qui facilitera la planification et la coordination régionales.

- b) Projet 2. Appui aux activités sur le terrain et matériel approprié.
- c) Projet 3. Législation et directives.
- d) Projet 4. Mise en valeur des ressources humaines.

H. Commission économique et sociale pour l'Asie et le Pacifique (CESAP)

91. La CESAP contribue activement à promouvoir la coopération régionale en matière de mise en valeur et de gestion des ressources minérales et, pendant l'exercice 1991-1993, elle a mené les activités suivantes axées sur la prospection et la mise en valeur planifiées des ressources minérales et l'utilisation rationnelle des sols : formation, échange de données d'information, conseils techniques, renforcement des institutions nationales et régionales pertinentes, établissement d'inventaires, d'études et de cartes sur la géologie et l'utilisation de sols, les ressources minérales connues et potentielles, l'économie et le commerce des minéraux; et services consultatifs en vue de formuler des politiques, des stratégies et des programmes nationaux de mise en valeur des ressources minérales et utilisation des sols, y compris pour la révision des codes miniers et de la législation correspondante et la promotion des investissements étrangers. Le secrétariat a apporté une aide technique aux organisations internationales de la région, notamment le CCPM (Pacifique Sud), le Centre de recherche-développement sur l'étain pour l'Asie du Sud-Est et la Conférence de l'océan Indien sur la coopération en matière maritime (IOMAC). Parallèlement, un effort est fait pour renforcer la coordination interinstitutions dans le domaine des ressources minérales<sup>3</sup>.

92. Le secrétariat de la CESAP a notamment pour principal objectif de collecter systématiquement les données régionales sur les ressources minérales. Ainsi aide-t-il depuis 1985 les pays membres à compiler des atlas nationaux des ressources minérales. Ces atlas existent déjà pour les pays suivants : Bhoutan, Iles Salomon, Malaisie, Népal, Nouvelle-Zélande, République de Corée, République démocratique populaire lao, Sri Lanka et Viet Nam. Chaque atlas comporte une brochure explicative en anglais et deux feuilles d'atlas – une carte géologique et une carte des ressources minérales. Les sociétés minières internationales disposent ainsi des données essentielles leur permettant d'évaluer le potentiel géologique avant de prospecter plus avant et d'investir dans l'industrie extractive.

93. En 1992, la CESAP a pris des mesures en vue de la création d'un système d'information sur les minéraux, dans le cadre d'un projet régional sur la restructuration économique et les échanges internationaux dans le secteur des produits minéraux, qui est financé par le Programme des Nations Unies pour le

développement (PNUD) (RAS/89/027). Il s'agit d'une base de données conçue à l'intention des géologues, des ingénieurs des mines et des décideurs. La collaboration menée avec la CNUCED a permis d'y incorporer les éléments pertinents du système Micas de la CNUCED, système informatisé d'analyse et de recherche sur les produits minéraux qui est en cours d'élaboration et qui pourra être interrogé du monde entier. Deux consultants ayant installé le matériel et le logiciel, offerts par la CESAP, et formé le personnel national, la base de données est devenue opérationnelle dans les six pays suivants : Bhoutan, Népal, Philippines, Sri Lanka, Thaïlande et Viet Nam.

94. Pour faire connaître le plus largement possible le système d'information de la CESAP sur les minéraux, un atelier a été organisé en juillet 1992 à Colombo (Sri Lanka), à l'Institute of Computer Technology. Les représentants des pays ci-après y ont participé : Afghanistan, Bangladesh, Bhoutan, Chine, Inde, Indonésie, Malaisie, Mongolie, Myanmar, Népal, Pakistan, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Philippines, République démocratique populaire lao, Sri Lanka, Thaïlande et Viet Nam.

95. La CESAP s'intéresse également à l'évaluation des minéraux des zones situées au large des côtes et des matériaux de construction dans les États maritimes de la région de l'Asie et du Pacifique. Le secrétariat s'efforce de promouvoir la coopération régionale et participe aux activités de formation en matière d'analyse, d'évaluation, de mise en valeur et de gestion des ressources minérales des zones situées au large des côtes outre qu'il aide les États membres à appliquer le nouveau régime mis en place par la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer de 1982.

96. En collaboration avec le CCPM et le Service géologique du Japon, la CESAP a également lancé un projet de compilation numérique de cartes géologiques, et de diverses autres cartes thématiques de l'Asie de l'Est et du Sud-Est, principalement pour faire connaître les techniques les plus récentes et pour intégrer ce système d'information géoscientifique dans un véritable système d'information géographique de manière à pouvoir stocker et rappeler les données pertinentes. Il s'agit d'une compilation exhaustive de données géoscientifiques pluridisciplinaires – sur les zones situées tant en mer qu'à terre – et de leur analyse systématique, qui sera utile aux géologues de la région et aux investisseurs intéressés par la mise en valeur des ressources minérales disposant de systèmes d'information perfectionnés.

#### I. Amérique du Sud (Bolivie/Venezuela/USGS)

97. Le Service géologique des États-Unis d'Amérique (USGS) et le Ministère bolivien des mines et de la métallurgie exécutent actuellement en coopération deux projets d'étude des gisements minéraux des hautes Andes boliviennes. Ils ont également en projet une nouvelle étude d'évaluation et de cartographie des abondants gisements boliviens d'alluvions aurifères et leurs soubassements et de promotion de leur mise en valeur. De plus, le Service géologique aide le Venezuela à inventorier et évaluer les ressources minérales.

1. Bolivie : évaluation des ressources minérales de l'Altiplano

98. En janvier 1990, le Service géologique des États-Unis et celui de la Bolivie (GEOBOL) ont lancé une étude, d'une durée de deux ans, des ressources minérales de la cordillère occidentale et de l'Altiplano bolivien. La zone du haut plateau andin contient quelques-uns des plus importants gisements mondiaux d'or, d'argent et d'étain et pourrait produire des minéraux rares, stratégiques et essentiels.

99. L'évaluation commune des ressources minérales avait les objectifs suivants :

- a) Cartographier les gîtes des minéraux métalliques et non métalliques;
- b) Obtenir des données géologiques détaillées sur certains gisements minéraux, à partir des recherches effectuées sur le terrain par le Service géologique des États-Unis, notamment pour dresser des cartes sur la géologie, la géochimie et la géophysique;
- c) Incorporer dans les modèles mondiaux les gîtes minéraux de l'Altiplano et de la cordillère occidentale avec leurs caractéristiques géologiques, leur teneur et leur tonnage;
- d) Evaluer le nombre de gisements minéraux non découverts à l'intérieur de domaines minéraux identifiés.

100. Le Bureau des mines des États-Unis participe à une analyse de sensibilité des aspects économiques de l'exploitation des gisements minéraux non découverts, qui est financée comme suit : 1 350 000 dollars par le Trade and Development Program; 500 000 dollars par l'Agency for International Development; et 150 000 dollars par la Banque mondiale.

2. Venezuela : inventaire des ressources minérales du plateau des Guyanes

101. Depuis 1987, le Service géologique des États-Unis aide le Service technique des mines (TECMIN), qui est la branche de la prospection des minéraux de la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), à prospecter les ressources minérales du sud-est du Venezuela.

102. Son assistance porte sur l'établissement de cartes géologiques de reconnaissance et l'évaluation des ressources minérales du plateau accidenté des Guyanes, dans le sud-est du pays. Cette région de jungle et de cours d'eau en grande partie inexplorée – aux dizaines de mesas au sommet plat (tepuis) d'où tombent des centaines de chutes d'eau, dont le Salto del Angel, la plus haute du monde – contient d'importants gisements de pétrole, de platine et de diamant et pourrait produire des minéraux rares et stratégiques. Le Service géologique des États-Unis a été invité par le Gouvernement vénézuélien à aider le CVG à déterminer les gisements minéraux qui pourraient être prospectés et mis en valeur. Deux de ses géologues travaillent dans les bureaux de TECMIN CVG et, de temps à autre, d'autres spécialistes viennent pendant plusieurs semaines pour dresser des cartes géologiques et évaluer les ressources minérales du terrain difficile et dangereux du plateau des Guyanes et renforcer les capacités

techniques de CVG en organisant sur place des stages de formation de courte durée et en améliorant les installations.

#### VI. UTILITÉ DES PROGRAMMES D'ÉVALUATION DES RESSOURCES

103. Pour les spécialistes de la planification du développement (généralement des économistes, plus rarement des géologues), il est particulièrement difficile de décider quelle somme allouer à la collecte de données sur les ressources minérales. La plupart des géologues diront qu'abondance d'information ne nuit pas; mais ce n'est pas toujours vrai d'un point de vue économique. Ainsi, il ne faudrait continuer à engager des dépenses dans ce domaine qu'aussi longtemps que le bénéfice retiré est au moins égal aux dépenses (compte non tenu des dépenses et bénéfices antérieurs).

104. Un moyen pratique de résoudre cette question serait de relier la plupart des évaluations de ressources minérales aux problèmes pour lesquels la décision que prendront les pouvoirs publics peut être influencée par les résultats de l'évaluation. Les pouvoirs publics peuvent ainsi sélectionner des programmes d'évaluation des ressources offrant le niveau et la qualité d'information nécessaires pour un coût minimum. Les résultats des évaluations sont particulièrement pertinents dans les 10 domaines de politique générale suivants :

- a) Classer les projets relatifs aux ressources minérales;
- b) Planifier le développement régional;
- c) Diversifier les pouvoirs économiques et politiques au niveau régional;
- d) Attirer les investissements;
- e) Arrêter les modalités de mise en valeur des gisements minéraux;
- f) Réserver des terres;
- g) Concevoir les usines de traitement des ressources minérales;
- h) Diversifier les exportations de produits minéraux;
- i) Déterminer le taux de reconstitution des gisements;
- j) Mesurer l'efficacité de la mise en valeur des ressources.

105. La maîtrise encore insuffisante des paramètres géologiques concernant la taille, la teneur et la répartition des ressources minérales fait aussi problème. Il n'est donc pas possible d'établir un modèle qui permette de prévoir exactement ces caractéristiques. La marge d'erreur des estimations relatives aux ressources minérales non découvertes est par conséquent relativement large. Il faut tenir compte de ce degré d'incertitude si l'on veut bien planifier la mise en valeur de ces gisements.

106. Il arrive que l'on ne puisse pas utiliser des données des évaluations de ressources qui ont été collectées sans tenir spécifiquement compte des décisions qu'elles pourraient infléchir, et ce, quelle que soit la qualité de l'évaluation. C'est sans doute une des raisons pour lesquelles les données concernant les ressources minérales qui ont été collectées dans les pays en développement sont si peu utilisées dans la prise de décisions importantes. Malgré les erreurs inhérentes aux méthodes d'évaluation des ressources, les planificateurs et les décideurs pourraient formuler des stratégies nationales de développement à long terme plus efficaces s'ils tenaient compte des estimations du potentiel économique que présentent les ressources minérales découvertes et non découvertes.

107. Le Département des services d'appui et de gestion pour le développement du Secrétariat de l'ONU ne s'est pas encore consacré au type d'évaluation régionale des ressources décrit dans le présent rapport. Toutefois, au cours de ses activités d'assistance technique, il a pris part à la création, au niveau des pays, d'un certain nombre d'inventaires de ressources minérales et de bases de données géologiques. Les données collectées et l'expérience acquise pendant l'exécution de ces projets pourraient aisément être utilisées dans un programme d'évaluation des ressources minérales géré par l'ONU qui permettrait d'unifier et de normaliser les initiatives régionales et indépendantes actuellement entreprises et, partant, d'aider les échanges et la planification au niveau international.

#### Notes

<sup>1</sup> 345 Middlefield Road, Menlo Park, CA 94025, États-Unis d'Amérique.

<sup>2</sup> Les réserves minérales chinoises sont classées selon des critères qui ont été énoncés par le Comité national des réserves minérales en 1959. Ainsi, les réserves minérales sont "industrielles", "non industrielles" ou "potentielles".

<sup>3</sup> Les activités de coopération technique dans le secteur de l'industrie extractive sont décrites dans le document E/C.7/1994/3.