



ÉTUDES MÉTHODOLOGIQUES

Série F N° 57

**CONCEPTS ET MÉTHODES
DES STATISTIQUES
DE L'ENVIRONNEMENT**

Rapport technique

NATIONS UNIES

DÉPARTEMENT DU DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE ET SOCIAL
DIVISION DE STATISTIQUE

ÉTUDES MÉTHODOLOGIQUES

Série F N° 57

**CONCEPTS ET MÉTHODES
DES STATISTIQUES
DE L'ENVIRONNEMENT**

Rapport technique



**NATIONS UNIES
New York, 1992**

NOTE

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Le terme "pays" utilisé dans le présent rapport s'applique aussi, le cas échéant, aux territoires ou zones.

ST/ESA/STAT/SER.F/57

PUBLICATION DES NATIONS UNIES

Numéro de vente : F.91.XVII.18

ISBN 92-1-261134-6

Copyright © Nations Unies 1992

Tous droits réservés

Imprimé aux Etats Unis d'Amérique

Préface

Sous la direction de la Commission de statistique de l'Organisation des Nations Unies et avec l'appui financier du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), le Bureau de statistique du Secrétariat de l'ONU a mis sur pied un programme progressif pour le développement des statistiques de l'environnement. La première phase (1978-1982) a été consacrée à l'évaluation des besoins en données et à l'étude des pratiques suivies en matière de statistiques par les pays et les organisations internationales. Les résultats de ces enquêtes ont été présentés dans deux publications, *Survey of Environment Statistics; Frameworks, Approaches and Statistical Publications* ^{1/} et *Répertoire des statistiques de l'environnement* ^{2/}. Ces enquêtes ont révélé la nécessité d'un cadre souple susceptible de faciliter l'organisation et l'élaboration de statistiques dans le domaine complexe de l'environnement.

La deuxième phase du programme actuellement en cours est consacrée à la mise au point d'un *Cadre pour le développement des statistiques de l'environnement* (CDSE) ^{3/} et vise l'élaboration de directives méthodologiques concernant l'établissement de statistiques de l'environnement à l'échelon national. Pour déterminer la portée et le contenu du CDSE, on a tenu compte de l'appréciation des problèmes écologiques et des priorités statistiques exprimées dans le cadre d'ateliers régionaux et dans des études pilotes organisés par le Bureau de statistique de l'ONU en coopération avec les commissions régionales, le PNUE et d'autres organisations.

A sa vingt-troisième session, la Commission de statistique de l'Organisation a demandé au Bureau de statistique de préparer un manuel technique pour la compilation de certaines statistiques hautement prioritaires dans les domaines des établissements humains et des ressources naturelles ^{4/}. Toutefois, comme les statistiques de l'environnement en sont encore à un stade expérimental, il a été jugé préférable de présenter les concepts et les méthodes qui s'y rapportent dans une série de rapports techniques plutôt que sous la forme d'un manuel.

La première version du présent rapport, "Concepts et méthodes des statistiques de l'environnement: statistiques de l'environnement" a été établie par Anthony Friend (Institut de recherche sur l'environnement et l'économie, Université d'Ottawa) avec l'appui de Statistique Canada. Le rapport est destiné à compléter une publication intitulée: "*Concepts et méthodes des statistiques de l'environnement: Statistiques des établissements humains*" ^{5/}. Ensemble, ces deux rapports traitent toute la question des statistiques de l'environnement, telle qu'elle est délimitée par le CDSE. C'est sur la base de la structure et des principes du CDSE qu'ont été déterminés les aspects écologiques des statistiques des ressources naturelles et des établissements humains, y compris les statistiques sociales, démographiques et économiques pertinentes.

L'objet premier de la série de rapports techniques est de proposer des concepts, des définitions et des classifications pour les variables statistiques exprimant les problèmes prioritaires qui se posent dans la plupart des pays en matière d'environnement et pouvant être utilisés par les services nationaux de statistique dans le cadre d'un programme de statistiques de l'environnement. On s'est largement inspiré des recueils nationaux et internationaux de statistiques de l'environnement afin de déterminer les concepts, définitions, classifications et sources de données qui sont le plus généralement appliqués, de façon à ce que les variables ainsi identifiées reflètent les besoins les plus courants des planificateurs, responsables et administrateurs dans le domaine de l'environnement et dans les domaines socio-économiques apparentés.

Tels qu'ils sont décrits dans le présent rapport, les ensembles de variables seront peut-être encore trop détaillés pour les phases initiales d'un programme de statistiques de l'environnement. L'objectif visé est de fournir aux bureaux nationaux de statistique la base d'une première sélection de séries statistiques pertinentes et de faciliter le choix des définitions, classifications et sources de données appropriées. De ce point de vue, le rapport peut être considéré comme un complément du CDSE initial, c'est-à-dire comme un cadre visant à faciliter l'élaboration de programmes de statistiques de l'environnement plutôt que comme un ensemble de directives internationales proposant des concepts, des définitions et des classifications généralement acceptées. Il est en effet très possible que dans certains cas les caractéristiques particulières du milieu, les besoins en données et les possibilités statistiques exigent des séries de données différentes par leur portée et leur contenu de celles qui sont présentées ici.

On se propose de promouvoir, au niveau régional, en coopération avec les commissions régionales de l'ONU et d'autres organisations internationales intéressées, l'application des méthodologies exposées dans le présent rapport et son complément, ainsi que dans le rapport sur les statistiques des établissements humains. L'expérience acquise à cette occasion devrait conduire à de nouvelles modifications. En particulier, il y aurait lieu d'étudier la possibilité de les utiliser ensemble pour le choix des statistiques de référence nécessaires à des programmes minimums ou échelonnés de statistiques de l'environnement. Il faut espérer que ces ouvrages deviendront ainsi des instruments très utiles pour le développement et l'harmonisation des opérations de collecte de données sur l'environnement aux niveaux national et international.

La première version du rapport a été communiquée à des organismes des Nations Unies, à d'autres organisations internationales et à certains experts en la matière afin de recueillir leurs commentaires sur sa présentation, son contenu technique et son utilisation. Leur contribution et leurs nombreuses observations ont été très appréciées. Toutes les observations qu'inspirerait cette première tentative de présentation d'un tableau cohérent de concepts et de méthodes dans un domaine nouveau et en évolution rapide des statistiques appliquées non seulement seront les bienvenues, mais apporteront une précieuse contribution à l'amélioration et à la normalisation des méthodologies existantes.

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Pages</u>
Préface	iii
Liste des tableaux	ix
Liste des figures	ix
Unités de mesure	x
INTRODUCTION	1
1. Cadre pour le développement des statistiques de l'environnement	1
2. Champ et caractère des statistiques de l'environnement naturel	4
3. But et structure du rapport	7
A. ACTIVITES SOCIALES ET ECONOMIQUES ET EVENEMENTS NATURELS	11
A.1 Utilisation des ressources naturelles et activités connexes	12
A.1.1 Agriculture	13
A.1.2 Forêts	20
A.1.3 Chasse et capture	24
A.1.4 Pêche	27
A.1.5 Minéraux, industries extractives	30
A.1.6 Production et consommation d'énergie	34
A.1.7 Utilisation de l'eau pour les activités humaines	42
A.1.8 Utilisation du sol et restructuration de l'environnement	48

A.2	Emissions, rejets et application de produits chimiques	56
A.2.1	Emissions et rejets dans les éléments	56
A.2.2	Applications de produits biochimiques	62
A.3	Evénements naturels	65
B.	INCIDENCES DES ACTIVITES ET DES EVENEMENTS SUR L'ENVIRONNEMENT	69
B.1	Réductions et accroissements des ressources	70
B.1.1	Ressources biologiques	71
B.1.2	Ressources cycliques et non renouvelables	76
B.2	Qualité de l'environnement	82
B.2.1	Pollution atmosphérique	83
B.2.2	Qualité des eaux	85
B.2.3	Qualité des sols et des terres	91
B.2.4	Qualité des biotes et des écosystèmes	95
B.3	Santé humaine et catastrophes écologiques	100
B.3.1	Santé humaine et contamination	101
B.3.2	Effets des catastrophes écologiques	102
C.	REACTIONS AUX INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT	103
C.1	Aménagement et restauration des ressources	107
C.1.1	Protection et conservation de la nature	108
C.1.2	Aménagement et conservation des ressources naturelles	109
C.1.3	Restauration des environnements dégradés	111

C.2	Surveillance de la pollution et lutte contre la pollution	112
C.2.1	Recherche sur la pollution et surveillance	113
C.2.2	Normes, règlements et mesures d'exécution	115
C.2.3	Dépollution et restauration de l'environnement	115
C.2.4	Moyens de lutte contre la pollution dans le secteur public	116
C.3	Prévention des catastrophes naturelles et atténuation des risques	117
C.4	Réactions du secteur privé	120
C.4.1	Entreprises	120
C.4.2	Ménages	121
D.	STOCKS ET INVENTAIRES	122
D.1	Ressources biologiques	126
D.1.1	Stocks agricoles	126
D.1.2	Stocks forestiers	130
D.1.3	Stocks halieutiques	134
D.1.4	Inventaires de la faune et de la flore	136
D.2	Ressources cycliques et non renouvelables	140
D.2.1	Systèmes hydrographiques	142
D.2.2	Climat	146
D.2.3	Lithosphère	148
D.2.4	Ressources minérales	151

D.3	Stocks d'énergie	152
D.3.1	Sources d'énergie non renouvelables	154
D.3.2	Sources d'énergie renouvelables	156
D.4	Inventaires des écosystèmes	160
	Notes	164
	Annexes	
I.	Statistiques de l'environnement, comptabilité des ressources naturelles et système de comptabilité nationale	169
II.	Catégories de la statistique type de la CEE de l'utilisation des sols	175
III.	Projet de classification statistique type de la qualité de l'eau	179

Liste des tableaux

	<u>Pages</u>
1. Structure du cadre pour le développement des statistiques de l'environnement	3
2. Cadre pour le développement des statistiques de l'environnement: statistiques de l'environnement naturel	5
3. Prélèvements annuels d'eaux superficielles et souterraines, par utilisation, en Angleterre et au Pays de Galles	46
4. Concentrations de métaux lourds dans les espèces animales des mers de Finlande, 1979-1984	99
5. Evolution des zones terrestres et marines protégées en Indonésie, 1976/1977-1987/1988	110
6. Programme de maîtrise des eaux du sixième Plan quinquennal du Pakistan	119
7. Perception par le public des problèmes écologiques les plus importants aux niveaux national et provincial, 1981	123
8. Estimation du ruissellement, du prélèvement maximum équilibré et de l'utilisation actuelle par grand bassin en Australie	144
9. Réserves de fer, de cuivre et de zinc en Norvège, 1980-1986	153
10. Caractéristiques des écozones terrestres du Canada	163

Unités de mesure

Nombre	Nombre
Superficie	km ² (kilomètre carré)
	ha (hectare)
Volume	m ³ (mètre cube)
	bb1 (baril)
	l (litre)
Poids/masse	t (tonne)
	kg (kilogramme)
	mg (milligramme)
	µg (microgramme)
Longueur	km (kilomètre)
	m (mètre)
	mm (millimètre)
Chaleur et énergie	J (joule)
	cal. (calorie)
	kw (kilowatt)
	kwh (kilowatt heure)
	° C (degré centigrade)
Dépenses/coûts/valeurs	\$ (dollar)
Temps	h (heure)
Autres (taux, proportion ..)	pH (acidité)
	DBO (demande biologique en oxygène)
	ppm (parties par million)
	GBq (gigabecquerel)
	pCi (picocurie)
	% (pourcentage)

INTRODUCTION

De plus en plus, la politique de l'environnement devient une affaire de politique tout court. On recommande généralement le développement durable comme le meilleur moyen d'intégrer des considérations écologiques dans le développement socio-économique national et international ^{6/}. Cette intégration demande des bases de données qui soient elles-mêmes intégrées. C'est pourquoi, comme il est indiqué dans le *Cadre pour le développement des statistiques de l'environnement* ^{3/} (qui est décrit en détail ci-après), les statistiques de l'environnement ont toujours compris non-seulement des données biophysiques, mais aussi des statistiques sociales, démographiques et économiques pertinentes. La question des relations entre statistiques de l'environnement et statistiques économiques est traitée plus en détail à l'annexe I.

Les statistiques de l'environnement sont donc fondamentalement interdisciplinaires; leurs sources sont dispersées et des méthodes diverses sont utilisées pour leur compilation. Elles visent à offrir une synthèse de ces données hétérogènes afin de faciliter la formulation et l'évaluation de politiques et de programmes socio-économiques et écologiques coordonnés, ou mieux, intégrés. Elles couvrent les éléments du milieu naturel (air/climat, eau, terre/sol), les êtres vivants (biotes) qui s'y trouvent et les établissements humains. Plus précisément, elles donnent un tableau qualitatif et quantitatif des ressources naturelles, des activités humaines et des phénomènes naturels qui affectent l'environnement et de leurs effets, ainsi que des réactions de la société.

Divers organismes rassemblent, stockent et diffusent des statistiques de l'environnement - ministères, services centraux de statistique, instituts de recherche spécialisés, administrations locales et organisations internationales - au moyen de recensements et d'enquêtes, à partir des archives ou des données fournies par les réseaux de détection. Ce sont souvent ces mêmes organismes qui sont les principaux usagers des statistiques, mais il y a aussi d'autres clients: hommes d'affaires, industriels, chercheurs, média et le grand public.

1. Cadre pour le développement des statistiques de l'environnement

Parce que les statistiques de l'environnement sont interdisciplinaires et en raison de la diversité des sources et des usagers, il faut recenser et comparer les données disponibles et en coordonner la collecte, le traitement et la diffusion. Le développement et l'organisation systématiques des statistiques couvrant un domaine complexe sont des tâches bien connues pour lesquelles toutes sortes de méthodes, cadres et systèmes plus ou moins rigoureux sont utilisés. Divers cadres et systèmes nationaux et internationaux ont été élaborés pour préparer des programmes de statistiques de l'environnement ou pour présenter les données disponibles dans des publications statistiques

cohérentes. Le Bureau de statistique du secrétariat de l'ONU les a recensés il y a quelques années afin de dégager les constantes qui pourraient être incorporées dans un cadre international largement applicable.

C'est sur cette base qu'a été établi le *Cadre pour le développement des statistiques de l'environnement*^{2/} (CDSE), qui a principalement pour objet de faciliter le développement, la coordination et l'organisation des statistiques de l'environnement et plus précisément de :

- a) Recenser les problèmes et préoccupations écologiques et en identifier les aspects quantifiables;
- b) Identifier les variables permettant de donner une description statistique des aspects quantifiables des problèmes;
- c) Evaluer les besoins de données, les sources et les disponibilités;
- d) Etablir la structure des bases de données, des systèmes d'information, des publications statistiques et des directives méthodologiques.

Le CDSE classe en catégories les renseignements concernant les divers éléments, comme il est indiqué au tableau 1. Les statistiques de l'environnement naturel sont celles qui concernent les éléments - air, eau et terre - ainsi que les biotes qu'ils contiennent. Les statistiques du milieu humain font l'objet d'un précédent rapport intitulé *Concepts et méthodes des statistiques de l'environnement - Statistiques des établissements humains*^{2/} (désigné ci-après par son titre abrégé, *Statistiques des établissements humains*), qui traite des aspects écologiques des établissements humains, qu'il s'agisse des éléments matériels tels que logements et infrastructures ou des services dont ces derniers constituent le substrat.

Le classement des renseignements est fondé sur le fait que les problèmes d'environnement peuvent résulter des activités de l'homme ou de phénomènes naturels et inciter les individus ou la société à réagir pour remédier à leurs effets. Il y a ainsi une séquence problème-incidences-réaction qui a priori semblerait justifier une analyse plus poussée des relations de causalité; celles-ci ne sont cependant pas incorporées dans le CDSE, qui vise plutôt à organiser qu'à expliquer; il s'agit d'identifier, de décrire et de présenter les variables qui pourront permettre de détecter et de vérifier ces relations. Le CDSE ne peut être assimilé à un modèle comme le Système de comptabilité nationale, avec ses identités et ses tableaux à double entrée; c'est plutôt une structure logique d'organisation de l'information. Toutefois la structuration par catégories de renseignements (problèmes, incidences, réaction) peut donner au CDSE certaines caractéristiques d'un modèle, par exemple quand les bases de données sont organisées en fonction des stocks et des flux, comme dans la comptabilité des ressources naturelles (Voir annexe I).

Le contenu du CDSE consiste en "sujets statistiques" couvrant les aspects des problèmes d'environnement qui se prêtent, du moins théoriquement, à la description statistique. La détermination des sujets statistiques relevant de chaque catégorie de renseignements est une étape importante de l'identification des variables intéressantes pour chaque sujet. Les sujets statistiques sont présentés de façon assez détaillée tout au long du présent rapport. On trouvera ci-après une brève description des catégories de renseignements du CDSE et des thèmes statistiques qui relèvent de chacune.

Tableau 1. Structure du Cadre pour le développement des statistiques de l'environnement

Elément de l'environnement	Catégories de renseignements			
	Activités sociales et événements économiques naturels	Incidences des événements/ activités sur l'environnement	Réactions aux effets	Stocks, inventaires et conditions de référence
Flore				
Faune				
Atmosphère				
Eau				
a) douce				
b) de mer				
Terre/sol				
a) sol				
b) sous-sol				
Etablissements humains				

Activités économiques et sociales, événements naturels

Sont compris dans cette catégorie les activités humaines et les phénomènes naturels qui peuvent avoir un effet direct sur les différents éléments de l'environnement. Les activités humaines consistent principalement à produire et consommer des biens et services, mais certaines n'ont pas de finalité économique. Leurs incidences sur l'environnement peuvent tenir directement à l'utilisation - ou à la mauvaise utilisation - des ressources naturelles ou découler des déchets et des émissions qu'elles produisent au stade de la production ou de la consommation. Les catastrophes et événements naturels sont aussi inclus dans cette catégorie parce que les activités de l'homme contribuent souvent à les déclencher et parce qu'ils peuvent avoir des effets sur tous les éléments de l'environnement.

Incidences des activités et des événements sur l'environnement

Les sujets statistiques relevant de cette catégorie décrivent les effets des activités socio-économique et des événements naturels. Les réactions à ces effets agissent aussi sur l'environnement et en fin de compte sur le bien-être des hommes. Ces effets - appauvrissement des ressources naturelles, découverte de nouvelles ressources, modifications de la concentration de polluants dans le milieu, détérioration ou amélioration des conditions de vie dans les établissements humains - peuvent être positifs ou négatifs.

Réactions aux incidences sur l'environnement

Les particuliers, les divers secteurs de la société, les organisations non gouvernementales et les pouvoirs publics réagissent de façon différente aux problèmes d'environnement. Ils cherchent à prévenir, limiter, combattre ou corriger les effets négatifs et à créer, faciliter ou renforcer les effets positifs. Divers types de politiques, programmes ou projets peuvent être mis en oeuvre à cet effet: contrôle et réduction des productions de polluants, mise au point et application de technologies respectueuses de l'environnement, modification des structures de la production et de la consommation, aménagement et utilisation rationnels des ressources naturelles, prévention des catastrophes et atténuation de leurs effets, développement des établissements humains.

Stocks, inventaires et conditions de référence

Les sujets statistiques relevant de cette catégorie servent à fournir des données de référence et à illustrer les relations avec d'autres thèmes, lesquelles peuvent à leur tour faire l'objet d'une analyse statistique plus poussée. Il faut y inclure les stocks de ressources naturelles et le capital fixe des établissements humains afin de disposer d'un "état des lieux" de l'environnement et des conditions économiques, géographiques, météorologiques et géographiques. Etant donné l'intérêt croissant que suscitent les relations entre l'environnement et le développement socio-économique, on a toutefois choisi une approche un peu différente dans le présent rapport: certaines statistiques économiques de référence sont rattachées aux sujets statistiques relevant de la catégorie "activités".

2. Champ et caractère des statistiques de l'environnement naturel

Le présent rapport est structuré comme le CDSE lui-même, par éléments de l'environnement et catégories de renseignements. Le tableau 2 présente les sujets des statistiques de l'environnement naturel selon la structure du Cadre, regroupés en fonction de leurs caractères communs (soulignés). Le champ et la teneur des catégories de renseignements sont décrits dans les introductions des sections A, B, C et D. Les introductions des sous-sections décrivent les sujets statistiques et donnent des détails complémentaires sur les statistiques pertinentes.

Tableau 2. Cadre pour le développement des statistiques de l'environnement: statistiques de l'environnement naturel

Activités sociales et économiques, événements naturels	Incidences des activités et des événements sur l'environnement	Réactions aux incidences sur l'environnement	Stocks et inventaires
(A)	(B)	(C)	(D)
<ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Utilisation des ressources naturelles et... activités connexes</u> <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Agriculture 1.2 Forêts 1.3 Chasse et capture 1.4 Pêches 1.5 Minéraux, industries extractives 1.6 Production et consommation d'énergie 1.7 Utilisation d'eau pour les activités humaines 1.8 Utilisation des sols et restructuration de l'environnement 	<ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Réductions et accroissements des ressources</u> <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Ressources biologiques 1.2 Ressources cycliques et non renouvelables 2. <u>Qualité de l'environnement</u> <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Pollution atmosphérique 2.2 Qualité des eaux 2.3 Qualité des sols et des terres 2.4 Qualité des biotes et des écosystèmes 3. <u>Santé humaine et catastrophes écologiques</u> <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Santé et contamination 3.2 Effets des catastrophes écologiques 	<ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Aménagement et restauration des ressources</u> <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Protection et conservation de la nature 1.2 Aménagement et conservation des ressources naturelles 1.3 Restauration des environnements dégradés 2. <u>Surveillance de la pollution et lutte contre la pollution</u> <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Recherche et surveillance 2.2 Normes, contrôle et application 2.3 Dépollution et restauration de l'environnement 2.4 Moyens de lutte contre la pollution dans le secteur public 3. <u>Prévention des catastrophes naturelles et atténuation de leurs effets</u> <ol style="list-style-type: none"> 4. <u>Réactions du secteur privé</u> <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Entreprises 4.2 Ménages 	<ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Ressources biologiques</u> <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Stocks agricoles 1.2 Stocks forestiers 1.3 Stocks halieutiques 1.4 Faune et flore 2. <u>Ressources cycliques et non renouvelables</u> <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Systèmes hydrographiques 2.2 Climat 2.3 Lithosphère 2.4 Ressources minérales 3. <u>Stocks d'énergie</u> <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Sources d'énergie non renouvelables 3.2 Sources d'énergie renouvelables 4. <u>Inventaire des écosystèmes</u>

Les caractères statistiques et autres des bases de données biophysiques sont différents de ceux des bases de données socio-économiques; elles sont caractérisées notamment par:

a) Des valeurs des variables données par des instruments ou par les résultats d'analyses de laboratoire;

b) Des données analytiques et synthétiques provenant d'enquêtes sur le terrain ou de la télédétection, souvent présentées sous forme de cartes;

c) Des plans de sondage basés sur des unités géographiques et non démographiques;

d) La nécessité de prévoir des intervalles plus longs que dans le cas des systèmes socio-économiques pour pouvoir détecter les modifications;

e) Des unités géographiques naturelles, qui sont généralement moins nettement délimitées que les unités administratives;

f) Des données exprimées en unités physiques (poids, volume, superficie);

g) Le manque de méthodes et techniques perfectionnées d'agrégation et de dénominateurs communs;

h) L'importance des observations isolées et hétérogènes par opposition aux propriétés stochastiques ou homogènes, par exemple la diversité des espèces, d'où l'utilisation de listes et de cartes plutôt que de tableaux et de mesures de la valeur centrale.

Les statistiques sociales, économiques et démographiques sont le plus souvent rassemblées au moyen de questionnaires remplis par des particuliers, des ménages, des entreprises et des institutions, ou tirées des bases de données administratives d'institutions et d'administrations publiques (rôle des impôts, registres des écoles, archives des hôpitaux, etc.). Des méthodes statistiques et des classifications bien documentées jouent un rôle important dans le processus de collecte des données. La collecte des données socio-économiques a ainsi débouché peu à peu sur un système de statistiques bien développé, alors que les statistiques de l'environnement en sont encore à leurs débuts.

Les données biophysiques proviennent essentiellement des programmes de surveillance, des inventaires des ressources naturelles, des travaux de cartographie et de prospection et de l'interprétation des images de télédétection.

Comme il est dit plus haut, les statistiques de l'environnement visent à relier ces données biophysiques aux données socio-économiques pertinentes, première étape de l'intégration des données relatives à l'environnement dans les systèmes de comptabilité nationale. L'Annexe I décrit les principales relations entre le cadre d'organisation des statistiques de l'environnement, le CDSE, la comptabilité des ressources naturelles et le système normalisé de comptabilité nationale (SCN).

3. But et structure du rapport

Le CDSE est essentiellement un cadre d'organisation. Le présent rapport vise à le perfectionner en identifiant les variables statistiques nécessaires au développement des statistiques de l'environnement, c'est-à-dire non seulement les variables qui décrivent l'état de l'environnement, mais aussi celles qui décrivent les activités humaines et les processus naturels qui sont des facteurs de modification de l'environnement. Le rapport vise donc essentiellement à proposer des concepts, des définitions et des classifications pour ces variables, dont le choix a été dicté par le souci de répondre aux besoins des planificateurs, des dirigeants et des administrateurs. Ces statistiques devraient en outre fournir aux directeurs techniques et aux administrateurs des données de référence complétant les résultats des recherches spécialisées. On s'est aussi efforcé de choisir des variables qui puissent être utilisées pour calculer des indicateurs et des indices. Enfin, on a pris comme critère la pertinence du point de vue de l'environnement et des sujets statistiques du CDSE, la disponibilité et la facilité d'obtention des données, la sensibilité aux modifications de l'environnement et les possibilités de comparaison au plan international.

La liste des variables n'est pas exhaustive et n'est pas non plus la seule qui puisse être utilisée pour évaluer les problèmes d'environnement. Il se peut que la situation et les priorités spécifiques de tel ou tel pays amènent à choisir et formuler d'autres sujets statistiques et d'autres variables. Mais dans la plupart des cas, le rapport sera au moins une bonne base de départ pour commencer à identifier les séries statistiques utiles, et il aidera aussi à déterminer les classifications et les sources de données appropriées. Le texte ne s'adresse pas à

des experts des différentes disciplines touchant l'environnement, mais plutôt aux statisticiens chargés du programme de statistiques de l'environnement. En effet les statisticiens, formés dans le contexte des disciplines socio-économiques, sont généralement peu familiers avec les concepts et définitions en usage dans le domaine de l'environnement. De plus, la nature et le rôle des statistiques de l'environnement dans les statistiques officielles nationales sont encore mal définis ^{7/}. Par rapport aux statistiques sociales, économiques et démographiques, les statistiques de l'environnement sont encore dans l'enfance; les interactions entre producteurs et utilisateurs des données permettront d'améliorer les méthodes, les techniques et le choix des variables.

Le rapport ne contient pas de recommandations détaillées sur la façon d'exécuter un programme de statistiques. En dehors de quelques indications sur les sources les plus courantes de données et quelques exemples de présentation des données, il aborde à peine la question de la collecte, du traitement et du stockage des données et des procédures de diffusion et de publication. En effet, en raison de l'hétérogénéité de l'organisation et des capacités administratives, ces questions seront étudiées ultérieurement dans des rapports approfondis sur des aspects particuliers des statistiques de l'environnement, d'autant plus qu'aux premiers stades du développement d'un réseau de collecte des données, la diversité et la complexité des statistiques de l'environnement présentées ici risquent de paraître des obstacles insurmontables. Ce rapport doit donc être considéré comme une sorte de menu relativement complet qui aidera à déterminer les priorités en matière de développement des statistiques. Le choix des variables doit évidemment être dicté par les problèmes propres à chaque pays. La stratégie dépendra aussi des données disponibles, des ressources affectées à la production de statistiques de l'environnement, de la capacité et des compétences des services et organismes chargés de la surveillance de l'environnement et des bases de données sur les ressources naturelles et enfin de la façon dont ils coopéreront.

La formule du "menu" adoptée ici présente certains avantages aux premiers stades du développement des statistiques de l'environnement. Tout d'abord, elle donne un tableau d'ensemble. Il faut en outre rappeler que les services de statistique ne recueillent pas eux-mêmes les données biophysiques, de sorte qu'une grande partie de leur travail doit être consacré à l'identification des sources de données et à l'organisation de la collecte régulière des données; ainsi, des questionnaires peuvent être adressés aux administrations responsables des ressources naturelles et de la gestion de l'environnement en vue

de choisir les paramètres voulus à partir des grandes banques de données d'administrations telles que le service de météorologie ou l'institut d'hydrologie. Le rapport pourra être utile pour guider le choix de ces sources de données et des variables statistiques pertinentes.

Les services de statistique recueillent des données au moyen d'enquêtes sur les ménages, sur l'agriculture, sur l'industrie, sur les établissements de services, sur les institutions, etc. et les compilent. Les bases de données sur l'environnement peuvent en grande partie être constituées à partir de ces données, regroupées en catégories appropriées. Il est aussi possible de recueillir directement des statistiques de l'environnement en modifiant les questionnaires et la conception des sondages. Ainsi, on peut inclure dans les enquêtes sur les ménages des questions concernant l'utilisation du bois de feu et sa provenance. Bien sûr, il est aussi possible de lancer de nouvelles enquêtes pour recueillir des statistiques de l'environnement, par exemple des enquêtes sur la lutte contre la pollution, le recyclage ou la production et l'élimination des déchets solides. Le rapport donne de nombreux exemples de telles enquêtes écologiques.

Le présent rapport décrit les statistiques de l'environnement naturel et traite des éléments définis dans le CDSE : faune, flore, atmosphère, eau, terre. Un rapport technique sur les établissements humains a été publié précédemment ^{2/} Les deux rapports sont structurés conformément aux catégories du CDSE. Il existe de nombreuses interactions entre les établissements humains et l'environnement naturel. Premièrement, les établissements humains peuvent être considérés comme des facteurs de modification de l'environnement. Deuxièmement, ils sont en interaction directe avec les écosystèmes. Les mesures statistiques de la qualité de l'air et de l'eau, de l'urbanisation des terres rurales et des effets des catastrophes naturelles concernent autant l'environnement naturel que les établissements humains. Les "sujets statistiques" des deux rapports sont liés par de nombreux renvois. Les mêmes données sont parfois reclassées dans plusieurs rubriques, afin d'obtenir une description statistique plus complète. Ainsi, les données sur la pollution atmosphérique utilisées dans le premier rapport pour décrire l'état de l'air dans les villes et son évolution sont reclassées ici sous la rubrique "propagation à longue distance des polluants atmosphériques".

L'utilisation de la structure du CDES dans le présent rapport a permis d'employer un système de codage: des lettres majuscules sont affectées aux catégories de renseignements, des

nombres aux sujets statistiques et des lettres minuscules aux variables statistiques. Par exemple le code B.2.2.1.b se réfère à la variable b (concentration de polluants chimiques) du sujet statistique 2.2.1 (qualité des eaux intérieures), qui fait lui-même partie de la section (ou catégorie de renseignements) B (incidences des activités et événements sur l'environnement). Cette structure souple permet de choisir et de réorganiser les sujets et les variables pour procéder à des bilans globaux ou à des études sélectives au niveau des pays. ^{8/}

Pour chaque sujet statistique (code à trois chiffres), le rapport donne:

a) La description du sujet et des problèmes d'environnement qui s'y rapportent;

b) Un tableau des variables statistiques avec l'indication des classifications possibles et des observations précisant les classifications, l'interprétation et l'utilisation des variables statistiques.

c) Un commentaire des tableaux expliquant les raisons du choix des variables et donnant plus de détails sur les concepts, les définitions et les classification

Dans ce cadre général, le degré de détail avec lequel les sujets sont traités varie beaucoup. En effet l'expérience du traitement des divers sujets est très différente selon les pays. De plus tous les sujets n'ont pas le même intérêt pour tous les pays. Pour développer les statistiques de l'environnement dans chaque pays, il faudra commencer par établir l'ordre de priorité des sujets énumérés dans le rapport. Les classifications existantes ne sont en général pas reproduites dans le rapport, mais elles sont citées le cas échéant. Font exception la classification de l'utilisation des sols et celle de la qualité de l'eau de la CEE, qui sont reproduites aux annexes II et III. L'élaboration de nouvelles classifications et la modification de celles qui existent seront étudiées en détail dans les futurs rapports techniques sur les sujets prioritaires. Chaque section donne des indications sur les sources de données et les méthodes de collecte possibles (au niveau du code à deux chiffres). Dans certains cas, on trouvera aussi une description sommaire des tabulations particulièrement intéressantes, des autres modes de présentation des données (cartes ou graphiques par exemple) et des possibilités de construire des indicateurs ou des indices à partir des données.

A. ACTIVITES SOCIALES ET ECONOMIQUES ET EVENEMENTS NATURELS

Dans le CDSE, le terme "activité" désigne les activités humaines et les événements naturels qui ont des effets négatifs sur l'environnement ^{9/}. La notion d'impact écologique ou de stress est extrêmement importante puisque c'est d'elle que découlent les critères d'identification des variables décrivant les activités. On distingue les catégories ci-après d'activités:

a) Activités humaines qui ont pour effet d'extraire des ressources non renouvelables, de récolter des ressources renouvelables, de restructurer l'environnement et d'utiliser sur place les ressources naturelles (section A.1).

b) Rejets de déchets et de contaminants produits par la production et la consommation dans les éléments (air, eau et terre) (section A.2).

c) Événements et processus naturels qui portent atteinte à l'environnement et au bien-être social (sécheresse, inondations, tremblements de terre, éruptions volcaniques, ouragans) (section A.3).

Les interactions entre les activités économiques de production, de consommation et de formation de capital d'une part et l'environnement de l'autre peuvent être analysées par la méthode des bilans globaux (les processus de consommation et de production obéissent en effet aux lois physiques de la conservation de l'énergie et de la matière) ^{10/}. Les matières et l'énergie deviennent essentiellement l'en-cours dans un processus de transformation des ressources naturelles en biens et services économiques. Les résidus de ce processus sont des matières inutilisables et de l'énergie dégradée. La description statistique de l'émission de résidus est présentée à la section B.

La récolte peut être décrite comme un prélèvement sélectif dans un stock biologique renouvelable et l'extraction comme le prélèvement de certains minéraux et hydrocarbures dans un stock non renouvelable (Cf. section D). Les activités humaines qui construisent ou "reconstruisent" d'une part et détruisent de l'autre se traduisent par une restructuration de l'environnement. Les destructions sont dues essentiellement à une mauvaise utilisation ou à une utilisation excessive de la capacité de charge de l'environnement, tandis que la reconstruction est motivée par le désir de maîtriser l'environnement et d'améliorer la productivité. Dans ce contexte, on entend par restructuration

toute modification durable de la composition de la biomasse, du paysage et des systèmes hydrologiques. Les grands projets hydrologiques, les réseaux de transport, les changements de l'utilisation des sols, le défrichage pour l'agriculture, le drainage des marécages, sont autant d'exemples de l'activité de restructuration délibérée de l'environnement. Des restructurations non voulues - désertification, déforestation et destruction d'habitats - peuvent également être provoquées par des activités mal contrôlées (surexploitation, mauvaises pratiques agricoles, pressions démographiques sur des terres marginales et pollution industrielle).

Les activités considérées utilisant les ressources naturelles "sur place" sont généralement considérées comme des "services" dans l'optique économique. Ce sont par exemple l'évacuation des déchets, les loisirs, les transports (sur les cours d'eau, par exemple) et le tourisme. Dans ce dernier cas, il s'agit non pas de la mise en place des infrastructures touristiques, qui est une restructuration de l'environnement, mais de la jouissance des ressources naturelles que sont un climat agréable, des plages, des montagnes et des lacs, etc. L'utilisation sur place des ressources naturelles n'implique ni le déplacement des ressources, ni une restructuration durable de l'environnement. Toutefois, elle peut entraîner de graves perturbations des écosystèmes.

Les activités de récolte ou d'extraction des ressources naturelles sont essentiellement ce que l'on appelle la "production primaire": agriculture, foresterie, pêches, industrie extractive, production d'énergie, classées comme activités économiques dans la *Classification internationale type par industrie de toutes les branches d'activité économique* (CITI) ^{11/}. Les activités secondaires (secteur manufacturier) et tertiaire (services) agissent sur l'environnement essentiellement par les émissions de polluants. Ces activités sont présentées ici uniquement (A.2) du point de vue de la production globale de rejets dans l'environnement et non pas dans l'optique des statistiques de production classiques. Les statistiques des événements et processus naturels "anormaux" qui affectent les activités et le bien-être humain et les systèmes naturels sont décrits dans la section A.3.

A.1 UTILISATION DES RESSOURCES NATURELLES ET ACTIVITES CONNEXES

Les variables statistiques identifiées à la section A.1 se répartissent en quatre catégories:

a) Activités économiques des secteurs agricole, forestier, halieutique, minier et énergétique fondées sur l'utilisation des ressources naturelles par extraction ou récolte - production végétale, industries extractives, prélèvement d'eau;

b) Utilisations de l'environnement naturel sans déplacement des ressources, par exemple pour les loisirs ou les centrales hydroélectriques;

c) Interventions qui entraînent une restructuration durable de l'environnement telles que les changements d'utilisation des sols, le drainage des marécages ou la construction de barrages;

d) Divers indicateurs économiques donnant des indications de référence sur les intrants fournis par l'environnement à l'économie, par exemple la formation de capital et les exportations.

Cette classification en quatre catégories d'activités est utile pour l'organisation des bases de données. Mais en pratique, ce sont divers aspects des mêmes activités ou d'activités connexes, d'où la nécessité d'une classification croisée pour permettre une analyse intégrée. Ainsi, des activités classées comme "récolte" peuvent aussi être considérées comme donnant lieu à une "restructuration durable" de l'environnement. Prenons par exemple l'utilisation des sols. Dans les sections relatives à l'agriculture et aux forêts (A.1.1 et A.1.2), les données sur l'utilisation des sols se réfèrent aux superficies consacrées à la production pendant l'année, tandis que dans la section relative à l'utilisation des sols et la restructuration de l'environnement elles se réfèrent aux modifications de l'utilisation des sols, en particulier quand il y a eu changement d'activité, par exemple quand des forêts sont défrichées pour l'agriculture. Parmi les indicateurs économiques pertinents, on citera le revenu fourni par la production des terres et la valeur foncière de la terre. Dans les économies de marché, le prix relatif de la terre est un facteur très important de changement de l'utilisation des sols.

A.1.1 Agriculture

L'agriculture est une activité qui dépend fondamentalement de l'environnement. Les facteurs naturels limitants sont l'énergie solaire, l'eau et les éléments fertilisants. Les facteurs humains sont le savoir (technique, science, organisation, expérience), le travail (direct ou indirect, c'est à dire avec la médiation de machines ou d'énergie animale) les

fournitures et l'énergie (semences, éléments fertilisants recyclés, engrais chimiques, pesticides et combustibles fossiles), le capital (terre, machines, équipement, infrastructures telles que bâtiments, clôtures, brise-vents, réseaux de drainage et d'irrigation, matériel génétique). Il faut bien se rappeler que les facteurs fournis par l'homme ne produisent pas par eux-même mais déterminent la production par un processus sélectif (par exemple en éliminant les ravageurs ou en accroissant les rendements).

Du point de vue de l'environnement, un des principaux problèmes que pose l'agriculture est qu'il faut accroître sa production tout en préservant un équilibre durable des facteurs de production naturels de façon maintenir les rendements dans le long terme. Encore faut-il concilier cet objectif avec les autres objectifs nationaux (sécurité alimentaire, revenus des agriculteurs, qualité des aliments demandée par les consommateurs).¹²⁷ Pour accroître la production, on peut accroître soit les superficies cultivées, soit les rendements. Dans le premier cas, l'impact sur l'environnement se manifeste notamment par la déforestation, par la mise en culture de terres en forte pente, par le pâturage en terres marginales et par l'extension de l'irrigation en zones arides. Les modifications des ressources biologiques utilisées par l'agriculture sont décrites dans la section B et plus particulièrement dans la sous-section B.1.1.1.

Quand à l'accroissement des rendements, il a aussi des incidences sur l'environnement: les nouveaux cultivars sont plus vulnérables aux maladies et à la sécheresse (Cf. section B.3.1); l'intensification de l'utilisation des sols s'accompagne d'application de fortes doses de produits chimiques, les réseaux hydrographiques sont restructurés et la diversité génétique s'érode en raison de la spécialisation de l'agriculture, qui souvent s'accompagne d'une tendance à la monoculture. Les techniques agricoles modernes entraînent une pollution croissante des sols, des eaux, et des biotes (Cf. section B.2) et produisent des effets secondaires sur la stabilité des écosystèmes et les mécanismes naturels de régulation des maladies et des infestations d'insectes. L'irrigation a accru les superficies disponibles pour l'agriculture, mais au prix d'un risque accru de salinité, d'alcalinité et d'engorgement qui peuvent entraîner des pertes de récoltes (Cf. section B.2.3.1). L'irrigation accroît aussi le risque de propagation des maladies transmises par l'eau, ce qui est une menace pour la santé humaine (Cf. section B.3.1).

De toutes les activités humaines, l'agriculture est une des mieux suivies et surveillées. Recensements et enquêtes agricoles

permettent de recueillir une grande quantité de données, notamment sur les revenus, les superficies, la production animale et végétale et les facteurs de production, énergie et autres. Dans la plupart des pays, les services statistiques effectuent systématiquement des sondages saisonniers ou annuels parmi les ménages agricoles pour suivre leur situation socio-économique et la production agricole. Il est possible de relever aussi, à l'occasion de ces enquêtes, des données sur les pratiques agricoles et autres utiles pour analyser les aspects écologiques. Les enquêtes sur les villages jouent un rôle analogue. Les services de l'agriculture ou des statistiques prélèvent des échantillons de récolte pour établir des prévisions des rendements: ce sont là des sources utiles pour évaluer les variations de la productivité. D'autres sources encore peuvent servir: télédétection, recherches des universités et des ministères de l'agriculture, archives administratives, registres des exploitations, enquêtes sur la gestion des exploitations ou sur les revenus et les dépenses en milieu rural.

A.1.1.1. Production végétale et animale

Les variables identifiées dans le tableau ci-dessous sont la production, les intrants et certaines techniques de production. Les séries chronologiques de ces données font apparaître des variations cycliques et des changements structurels. Les variables cycliques sont la production des plantes annuelles, les cycles biologiques des animaux et ceux des plantes vivaces, par exemple les arbres fruitiers. On peut distinguer plusieurs activités dans chaque cycle: préparation du sol, semis (ou reproduction), entretien et récolte. L'agriculture a une importante dimension spatiale, qu'il s'agisse des superficies (km²) ou des emplacements (coordonnées géographiques)^{13/}. Les changements structurels peuvent être déduits de la composition des intrants ou de la production, ou relevés plus directement par l'étude des modifications des pratiques agricoles, par exemple du labour. L'utilisation de l'eau en agriculture (irrigation) est traitée dans une autre section consacrée aux prélèvements d'eau (A.1.7).

La production agricole est le principal objet des statistiques agricoles classiques. En raison des nouvelles préoccupations écologiques, il faudra modifier les enquêtes agricoles de façon à pouvoir étudier les relations entre les activités agricoles et la santé des écosystèmes et surveiller les indicateurs de la durabilité de l'agriculture. Cela suppose notamment que soient identifiées les activités à risques, comme la culture de terres en forte pente. Parmi les questions à suivre, on citera:

- a) Les pratiques culturales telles que rotations, labours et semis;
- b) Les doses d'engrais et de pesticides utilisées;
- c) Le type d'agriculture pratiquée: agriculture itinérante, grande monoculture, agriculture intégrée, riziculture, etc.;
- d) Les introductions de nouveaux cultivars.

Des analyses analogues peuvent être faites dans le cas de l'élevage (on peut identifier les introductions de nouveaux hybrides, les utilisations de produits agrochimiques, les pratiques en matière de fourrage et d'alimentation animale - pâturages, parcours ou parcs d'embouche).

Des facteurs institutionnels et les politiques agricoles sont des paramètres importants pour l'étude de l'interface agriculture-environnement: il faut par exemple disposer de données sur la taille des exploitations, les régimes de propriété, l'accès aux marchés, le soutien des prix, les offices de produits etc.. Ces facteurs doivent être pris en compte si l'on veut bien comprendre les interactions entre les politiques, les institutions et l'environnement. En principe, ils peuvent être considérés comme des variables décrivant soit les réactions soit les conditions de référence et les bases de données pourraient être rattachées à la section C ou à la section D. Les spécifications géographiques - écozones, bassins hydrographiques, cartes des sols ou des climats -sont des paramètres essentiels pour intégrer l'environnement dans les statistiques agricoles. Le tableau ci-après donne une liste limitée de variables génériques. De toute façon, les interactions entre environnement et agriculture varient beaucoup d'un pays à l'autre et dans chaque pays: il faut donc choisir avec le plus grand soin les variables à utiliser pour décrire la production animale et végétale dans le contexte des statistiques de l'environnement.

Variables	Classification	Observations
<u>Extrants</u>		
a. Cultures annuelles (t, km ² , kg/ha)	Type de cultures Type de pratiques	Cultures mixtes, monoculture, culture itinérante, agriculture de subsistance, etc.

b. Cultures pérennes (t, km ² ,kg/ha)	Type de cultures Type de pratiques	Grandes plantations, cultures communautaires, cultures mixtes, etc.
c. Elevage (nombre, km ² , nombre par km ²)	Type d'animaux Type de pratique	Elevage nomade, parcours, pâturages, parcs d'embouche, écloseries, etc.
d. Autres produits (t. kg, nombre)	Type de produit	Lait, oeufs, miel, peaux, fumier, fourrage, etc.

Intrants

e. Eléments fertilisants (t, km ² ,kg/ha)	Type d'élément fertilisant	Engrais chimiques, fumiers, résidus agricoles, rotations, etc.
f. Lutte contre les ravageurs (t, km ² ,kg/ha)	Type de mesure	Pesticides, désherbage mécanique, lutte intégrée et biologique contre les ravageurs
g. Aliments pour animaux (t, km ² , kg/nombre)	Type d'aliment/pâture	Parcours, pâturages, céréales fourragères achetées ou produites à la ferme, etc.
h. Lutte contre les maladies et les prédateurs (nombre, kg, km ²)	Type de mesure	Médicaments, vaccinations, pulvérisations, habitat des insectes, abattage ou empoisonnement des prédateurs, etc.
i. Energie (J)	Type d'énergie	Combustibles fossiles, électricité, énergie humaine et animale

Préparation du sol, semis, multiplication

j. Labour (ha)	Type de labour	Houe, charrue (tracteur ou traction animale) etc.
k. Semis	Type de semis	En rangs serrés ou non serrés, au plantoir, à la volée, repiquage, etc.
l. Reproduction (nombre)	Mode de reproduction	Insémination artificielle, couveuses, etc.

A.1.1.2 Utilisation des sols et pratiques agricoles

On peut établir des bases de données intégrées sur l'activité agricole à partir des données sur l'utilisation des

sols (Cf. section A.1.8.1), qui peuvent elles-mêmes être ventilées par culture et par technique agricole pour décrire les différents types de pratiques agricoles. Il faut pour cela relever des données sur les modes de culture (rotations, monoculture ou cultures mixtes) ainsi que sur les technologies employées (produits agrochimiques). On peut ainsi dresser le tableau des processus complexes et dynamiques intervenant dans la production agricole.

Pour établir ce type de base de données, il faut commencer par classer les pratiques agricoles. On a donc besoin de critères de classement des variables décrivant l'utilisation des sols et les techniques agricoles qui ont des effets connus sur l'environnement: il faut par exemple opérer une distinction entre les activités agricoles pratiquées en plaine ou dans des vallées bien arrosées des cultures marginales sur les versants abrupts ou en terrain aride, qui dégradent les sols; entre les agro-écosystèmes stables constitués de villages vivant en autarcie et les systèmes soumis à l'influence du marché. Il est essentiel de dresser des cartes indiquant à la fois les pratiques agricoles et les écozones ou bassins hydrographiques (Cf. section D.5, Inventaire des écosystèmes). Toutes ces données sont utiles pour évaluer la sécurité alimentaire, l'érosion et les dangers pour l'environnement. Les variables du tableau ci-après doivent être définies en fonction de la situation de chaque pays.

Variables	Classification	Observations
a. Pratique culturale (ha)	Type de pratique	Rotation, monoculture, cultures mixtes, risque d'érosion éolienne et hydraulique, etc.
b. Pratique zootechnique (ha)	Type de pratique	Parc d'embouche, pâturage, parcours, risque d'érosion éolienne et hydrique, etc.
c. Intensité d'utilisation des sols (t/ha, nombre/ha)	Type de pratique	Rendements élevés grâce à l'utilisation de produits agrochimiques, etc.

A.1.1.3 Indicateurs économiques importants

Quand l'économie de subsistance cède la place à l'économie de marché, les prix des produits agricoles et d'autres paramètres économiques deviennent les principaux déterminants du choix des cultures et des animaux d'élevage et exercent une forte influence sur l'organisation, les pratiques et les techniques de

l'agriculture. On peut trouver les variables retenues ici dans les statistiques de la comptabilité nationale et de la production, qui donnent par exemple la valeur de la production (extrants) ou de la consommation intermédiaire (intrants). Les quantités doivent être rapportées aux valeurs. La formation de capital accroît la capitalisation de l'agriculture (D.1.1.3). Il faut un calcul supplémentaire pour aboutir à la formation nette de capital, c'est-à-dire pour tenir compte de l'amortissement des machines et de l'infrastructure ainsi que de l'appauvrissement du capital naturel (Cf. annexe II).

Dans beaucoup de pays, les exportations agricoles sont un important déterminant de l'utilisation des sols. On considère en général que le commerce est avantageux pour les deux parties, mais dans certaines circonstances, le commerce des produits tirés des ressources naturelles peut avoir des effets négatifs sur l'environnement et sur la santé humaine. On a pu dire que les termes de l'échange défavorables sont une des principales causes de la dégradation de l'environnement dans les pays en développement.^{6/} D'autres facteurs importants sont l'utilisation préférentielle des terres les plus fertiles pour les cultures de rente et les plantations, le développement des systèmes de monoculture, l'aliénation des terres et la dégradation de l'état nutritionnel des populations locales.

Un thème très important des statistiques de l'environnement est celui de la répartition dans l'espace des activités humaines. Les indicateurs économiques, en particulier ceux qui proviennent du recensement de l'agriculture, doivent être ventilés par unité géographique naturelle, écozone ou bassin hydrographique par exemple. Des cartes superposant les paramètres économiques et les paramètres physiques sont un outil puissant pour l'analyse des relations entre l'agriculture et l'environnement. Il est donc recommandé d'organiser les données de façon à rapporter les indicateurs économiques aux coordonnées géographiques.

Variables	Classification	Observations
a. Valeur et quantité des ventes (\$, t)	Type de produit Type d'exploitation	Etablir distinction entre agriculture moderne et agriculture traditionnelle
b. Coût et quantité des intrants achetés (\$, t)	Type d'intrants Type d'exploitation	Indicateur du degré d'industrialisation de l'agriculture
c. Formation de capital et achat de terre (nombre, \$)	Type de dépense Type d'exploitation	Y compris machines et équipement, bâtiments et améliorations foncières

d. Valeur et quantité des exportations (\$, t)	Type de produit Destination	Indicateur de la dépendance à l'égard du marché d'exportation
e. Valeur imputée de l'autoconsommation (\$)	Type de produit	Importance du secteur agricole non structuré

A.1.2 Forêts

Les forêts sont des systèmes biologiques productifs qui fournissent la matière première nécessaire aux industries forestières; dans les pays en développement, elles constituent en outre une importante source d'énergie (bois de feu et charbon de bois utilisés pour la cuisine et le chauffage). Elles sont de plus l'habitat de nombreuses espèces animales et végétales. Le couvert forestier protège les sols et régularise les débits hydriques et le cycle du carbone. Le défrichement pour l'agriculture, les coupes pour la production commerciale de bois d'oeuvre et d'industrie et les prélèvements croissants de bois pour le chauffage, la cuisine et la carbonisation ont entraîné une sérieuse déforestation dans bien des parties du monde (Cf. section B.1.1.2). Cette déforestation menace non seulement les ressources en bois et les habitats, mais aussi la capacité de régulation atmosphérique et hydrique de la biosphère. Au cours des recherches sur le changement durable du climat, on a été amené à étudier les effets de la déforestation, de même que ceux de la combustion des hydrocarbures, sur l'accroissement de la teneur de l'atmosphère en CO₂. Mais là ne se limitent pas les conséquences écologiques de la déforestation: elle entraîne aussi la disparition d'habitats et d'espèces d'animaux sauvages (B.1.1.4 et B.2.4), l'érosion des sols (B.1.2.2) l'envasement (B.2.2), des inondations et des glissements de terrain (A.3).

Ce sont en général les services des forêts qui relèvent les données sur le couvert forestier, la biomasse et leur évolution pour les besoins de l'aménagement. Les statistiques des paramètres économiques de la production de bois sont incluses dans les bases de données industrielles. D'autres données sont fournies par les enquêtes sur les ménages et sur l'agriculture (par exemple sur la collecte de bois de feu, les brûlis, l'affouragement) et par l'interprétation des données de télédétection (par exemple superficies des forêts exploitées ou des brûlis, construction de routes forestières).

A.1.2.1 Récolte, pertes naturelles et régénération

On distingue les activités et processus ci-après dans le secteur forestier:

- a) Exploitation commerciale;
- b) Prélèvements de bois du secteur non structuré (bois de feu, bois de service, éventuellement carbonisation et coupes illicites);
- c) Mortalité naturelle (maladies, feu, chablis, pollution);
- d) Régénération naturelle, dans laquelle on peut distinguer les stades successifs de l'évolution;
- e) Interventions sylvicoles, reboisement.

Les activités classées sous e) peuvent aussi être considérées comme des réactions à la déforestation, et pourraient donc être incluses à la rubrique C.1, Aménagement et restauration des ressources. Dans les régions où la plantation est intégrée dans les activités d'exploitation, comme dans les forêts tempérées d'Europe, il est recommandé de classer les paramètres physiques, tels que le nombre d'arbres plantés et les superficies plantées, avec les activités liées à l'exploitation (catégorie a) et d'inclure le coût de l'aménagement dans la catégorie C.1.2, Aménagement et conservation des ressources naturelles. La plantation d'arbres hors forêt (sur les terres abandonnées par l'agriculture, dans les landes et en zone subdésertique) doit figurer dans la catégorie A.1.8.1, Changements de l'utilisation des sols. Par la suite, ces "nouvelles forêts" seront prises en compte dans les inventaires forestiers et représenteront un accroissement des stocks (D.1.2.1) ^{14/}.

Il faut penser à relier ces variables à celles qui décrivent la variation des stocks (B.1.1.2) et les inventaires forestiers (D.1.2.1). Les statistiques relatives aux activités décrivent les augmentations et réductions des stocks. Pour obtenir un bilan net, il faut utiliser les mêmes unités de mesure pour les quantités enlevées (variables a) et b)) et la mortalité naturelle (variable c)) que pour la régénération (variables e) et f)). Ce bilan est une mesure de la biomasse. Il faut mettre au point un modèle de la biomasse pour les différents types de forêt, avec des estimations de l'accroissement annuel et des pertes annuelles de biomasse résultant de causes naturelles et des activités humaines. Les données sur les quantités enlevées

dans les exploitations commerciales sont généralement disponibles, en mètres cubes. Elles fournissent une base solide pour estimer la perte de biomasse, qui est généralement de 25% supérieure aux quantités enlevées (compte tenu des branches, racines et autres parties de l'arbre laissées en forêt). Pour les quantités enlevées par le secteur non structuré on utilisera de même des méthodes d'estimation appropriées.

Les statistiques forestières indiquent les quantités enlevées et les superficies exploitées et replantées chaque année, c'est-à-dire les opérations sylvicoles. Pour obtenir un tableau complet des gains et des pertes, d'autres variables, indiquées dans le tableau ci-après, sont nécessaires: estimation de la mortalité "naturelle", y compris les pertes dues aux feux de forêt et au dépérissement provoqué par les pluies acides, et estimation de l'accroissement annuel. La déforestation est décrite par d'autres variables encore, telles que les superficies défrichées pour l'agriculture, l'appauvrissement provoqué par le surpâturage et par les prélèvements excessifs de bois de feu et de carbonisation. Les variables énumérées ici constituent la base d'information nécessaire pour estimer la variation nette des ressources biologiques (Cf. section B.1.1.2).

Variables	Classification	Observations
a. Exploitation commerciale (m ³ , km ²)	Type d'essence Type d'activité	Y compris volume de bois, superficie exploitée et méthode d'exploitation
b. Exploitation du secteur non structuré (m ³ , km ²)	Type d'essence Type d'activité	Y compris bois de feu, bois de construction, coupes illicites, carbonisation
c. Mortalité naturelle des arbres (m ³ , km ²)	Type d'essence Type d'activité	Y compris feux de forêt, infestations d'insectes et maladies, sécheresse, chablis, pollution atmosphérique (pluies acides)
d. Déforestation (m ³ , km ²)	Type d'essence Type d'activité	Y compris défrichage, inondations, sécheresse, surpâturage et collecte de bois de feu
e. Croissance annuelle (m ³ , t, km ²)	Type d'essence	Croissance mesurée en termes de biomasse (t)
f. Plantation (nombre, km ²)	Type d'essence Type d'activité	Y compris boisements et reboisements

A.1.2.2 Autres activités forestières

Pour les autres activités forestières, on peut renvoyer aux rubriques existantes telles que A.1.1, Agriculture (par exemple pour la production fourragère en terres agricoles: variable b) A.1.1.3, Chasse, capture et cueillette (variable d), A.1.8, Utilisation des sols (par exemple, pour les loisirs, variable f), A.1.2.1 (Déforestation: variable d)) et B.1.1.2 (Variation des forêts productives: variable c). Les variables indiquées dans le tableau ci-après décrivent les principales activités en forêt.

Variables	Classification	Observations
a. Récolte de produits autres que le bois (t, km ²)	Type de produit	Y compris latex, fruits, noix, etc.
b. Pâturage en forêt (nombre, km ²)	Type de bétail Type de forêt	Indiquer superficie endommagée par le surpâturage
c. Brûlis (km ²)	Type de forêt	Indiquer superficie des cultures sur brûlis
d. Chasse et capture (km ²)	Type de forêt	Indiquer la superficie utilisée pour la chasse et la capture
e. Construction de routes d'exploitation (km)	Type de forêt	Indicateur de l'altération des écosystèmes forestiers
f. Loisirs (nombre, km ²)	Type d'activité Type de forêt	Indiquer la population qui utilise la forêt à des fins récréatives

A.1.2.3 Indicateurs économiques importants

L'interface entre les ressources forestières et l'économie est assurée par la filière bois, qui va de la matière première sur pied aux produits finis destinés à la consommation intérieure ou à l'exportation. Les principales étapes sont: l'exploitation forestière (production de bois rond); les industries du bois (production de sciages ou planches, de placages et contreplaqués etc); et la fabrication de pâte et papier. Les indicateurs du tableau ci-après concernent la production primaire de bois et les exportations de bois non transformé. Les statistiques de la production secondaire, telles que classées dans la CITI^{11/} font partie des statistiques classiques de la production.

Variables	Classification	Observations
<u>Production de bois rond</u>		
a. Exploitation (\$, m ³)	Type d'essence Type de produit - par exemple bois à pâte, bois de sciage	Valeur ajoutée dans l'exploita- tion forestière
<u>Exportations de produits du bois</u>		
b. Grumes (\$, m ³)	Type de produit Pays de destination	Valeur et quantité
c. Autres produits du bois (\$, t)	Type de produit Pays de destination	Valeur et quantité

A.1.3 Chasse et capture

La chasse, du moins la chasse aux gros mammifères, est peut-être la première activité économique "organisée" qu'ait connue l'humanité. On s'est aperçu qu'il était possible d'en améliorer la productivité grâce à la planification, au partage des tâches et à la coopération. Sauf dans quelques tribus isolées qui continuaient à vivre de la chasse, qui leur procurait de quoi se nourrir et se vêtir, cette activité a été intégrée dans le secteur commercial, auquel elle fournit des biens de grand prix tels que fourrures, peaux ou ivoire, ainsi que des spécimens d'animaux de plus en plus demandés pour les zoos. Dans les sociétés prospères, la chasse est devenue un sport, qui donne lieu à un important commerce d'équipement spécialisé et de produits touristiques, sans compter le tourisme de vision et les safaris photographiques. Dans certains pays, comme au Kenya, l'observation de la faune est devenue une importante source de devises. La chasse et la destruction des habitats de la faune ont créé un risque de surexploitation, et dans les pires cas, d'extinction de certaines espèces (Voir section B.1.1.4). Le problème est encore aggravé par la disparition progressive des habitats, par la destruction délibérée des espèces "nuisibles" et par les prix élevés que les braconniers peuvent tirer de produits tels que les peaux de léopard, l'ivoire et la corne de rhinocéros. L'inquiétude que suscite ce problème dans le monde entier a conduit à adopter des instruments internationaux tels que la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore menacées d'extinction (CITES), qui interdit l'importation de produits des espèces figurant sur une liste d'espèces menacées. La cueillette et la récolte de végétaux sont aussi une menace pour l'environnement quand des plantes rares et menacées risquent de disparaître.

Les principales sources de données sont les administrations responsables de l'aménagement de la faune et de son habitat, les enquêtes économiques sur le marché des fourrures (nombre et valeur des toisons vendues), les statistiques du commerce international des fourrures et les enquêtes sur les villages et les ménages. La plupart de ces sources - à la notable exception du marché des fourrures - donnent surtout des estimations indirectes du nombre et des espèces d'animaux abattus. Les statistiques des permis peuvent aussi donner des informations sur le prélèvement autorisé, mais pas nécessairement sur le nombre d'animaux effectivement abattus. Les responsables de la faune font souvent des sondages parmi les chasseurs pour estimer le nombre annuel d'animaux sauvages tués. Les garde-chasses communiquent directement des estimations du nombre d'animaux abattus par les braconniers et les chasseurs traditionnels et au cours des battues sanitaires. L'analyse des statistiques des importations (d'ivoire par exemple) d'autres pays peut aussi donner des informations intéressantes sur le braconnage. Les enquêtes sur les villages peuvent donner des renseignements sur la chasse, la capture et la cueillette dans l'économie non structurée.

A.1.3.1 Chasse, capture et cueillette

Il est difficile de développer les statistiques de la chasse, de la capture et de la cueillette, car il s'agit d'activités non organisées auxquelles participent un grand nombre de personnes indépendamment les unes des autres. De plus, chasseurs et braconniers contreviennent souvent aux règlements cynégétiques, de sorte que la mortalité des animaux est sous-estimée. Mais, comme on l'a dit plus haut, on peut estimer des ordres de grandeur à partir des statistiques des achats de fourrures et de peaux du secteur commercial, des permis de chasse et des enquêtes menées pour l'aménagement de la faune.

La collecte des données est évidemment plus facile dans les pays où il existe un système bien organisé d'aménagement de la faune. Mais dans beaucoup de pays, la chasse échappe au secteur commercial et n'est guère contrôlée par le système administratif. En tel cas, on en est réduit à mener des enquêtes au niveau des villages pour obtenir des données sur la chasse, la capture et la récolte de plantes et d'animaux sauvages. La chasse et la capture sont souvent une ressource économique essentielle pour les populations vivant dans les espaces naturels et à proximité. La destruction des habitats naturels et l'explosion démographique sont évidemment de graves menaces pour ces modes de vie traditionnels.

Deux séries de variables sont suggérées dans le tableau ci-après, l'une pour le secteur structuré et l'autre pour le secteur non structuré. Il est recommandé d'observer cette distinction à cause de l'importance sociale des populations d'animaux sauvages pour les tribus de chasseurs et les communautés rurales. Les activités commerciales et sportives sont à bien des égards très différentes de celles du secteur non structuré, mais il n'en est pas moins nécessaire d'en tenir compte dans les politiques et plans d'aménagement de la faune. Les données de cette section devront renvoyer à celles des sections D.1.4 et B.1.1.4, qui indiquent les stocks et les variations des stocks de faune et de flore.

Variables	Classification	Observations
<u>Chasse et capture (Secteur structuré)</u>		
a. Gros mammifères (nombre)	Type d'espèce But	Y compris chasse sportive, battues sanitaires, collecte de spécimens, etc.
b. Petits mammifères (nombre)	Type d'espèce But	Y compris chasse commerciale et sportive, abattage des nuisibles, etc.
c. Oiseaux (nombre)	Type d'espèce But	Y compris le gibier à plumes, les oiseaux aquatiques, les nuisibles, les oiseaux d'ornement, etc.
d. Autres animaux (nombre)	Type d'espèce But	Y compris reptiles, amphibiens
<u>Chasse et capture (secteur non structuré)</u>		
e. Mammifères (nombre)	Type d'espèce But	Y compris braconnage, chasse pour l'autoconsommation, destruction des nuisibles
f. Oiseaux (nombre)	Type d'espèce But	Y compris destruction des nuisibles, braconnage, oiseaux d'ornement
g. Autres animaux (nombre)	Type d'espèce But	Escargots, crocodiles, grenouilles, etc.
h. Cueillette (nombre)	Type d'espèce But	Y compris plantes alimentaires, médicinales, ornementales, etc.

N.B. Pour la faune et la flore, le "but" peut être: alimentation, peau, fourrure, produits médicinaux, sport, destruction de nuisibles. Il faut par ailleurs tenir compte des activités illicites, surtout quand il s'agit d'espèces menacées.

A.1.3.2 Indicateurs économiques importants

La contribution économique de ces activités est relativement peu important par rapport à celle des autres grandes catégories de ressources. Mais leur impact sur la faune et la flore est considérable. Elles sont stimulées par les prix élevés que peut rapporter le commerce des espèces menacées (qui est une forte tentation pour les populations pauvres); de plus, la chasse sportive est très destructrice pour la faune. On notera aussi que la destruction des habitats de la faune compromet la base économique qui fait vivre les tribus de chasseurs et fournit des revenus d'appoint aux habitants des espaces naturels. Il y a trois types d'indicateurs économiques: a) valeur commerciale des produits de la chasse et de la capture; b) création de revenu et c) commerce international.

Variables	Classification	Observations
a. Valeur marchande de la faune, des peaux et fourrures et de la viande (\$)	Type d'espèce	Indicateurs de la contribution économique directe de la faune sauvage
b. Création de revenu: vente d'équipement, permis de chasse, infrastructure touristique (\$)	Type de produit	Indicateur de la contribution économique indirecte de la faune sauvage
c. Commerce international (\$)	Type d'espèce Pays	Indicateur des recettes d'exportation procurées par la faune sauvage
d. Revenu provenant de la faune sauvage dans le secteur non structuré (\$)	Type d'activité	Estimation de la contribution à l'économie
e. Chasse sportive (Nombre de chasseurs)	Type de chasse	Estimation du taux de participation

A.1.4. Pêche

Les produits des pêches en mer et en eau douce sont une source de protéines de plus en plus importante pour l'humanité. Ils sont en outre de plus en plus utilisés pour l'alimentation du bétail, comme engrais et dans l'industrie chimique. Dans les pays possédant des eaux poissonneuses en haute mer, la pêche est une importante source de revenu et d'emploi et produit des aliments consommés dans le pays ou exportés.^{15/} L'aquaculture est une source de protéines de plus en plus importante. Il existe une longue tradition de pisciculture en eau douce dans diverses régions d'Asie et d'Europe, mais la mariculture spécialisée pour

la production de poissons de grand prix tels que les saumons, et d'invertébrés tels que les huîtres, les crevettes et les homards est d'origine plus récente. La pêche sportive a donné lieu à une importante infrastructure économique, depuis les petits étangs de pisciculture où les clients paient le poisson qu'ils pêchent jusqu'aux camps de pêche en pleine nature et à la pêche hauturière. Les gouvernements appuient le secteur de la pêche de diverses façons: subvention des technologies, écloséries, aménagement des pêcheries pour un rendement équilibré.

La surexploitation et certaines méthodes brutales telles que la pêche aux grands filets dérivants créent de sérieux problèmes d'environnement. A priori, il est possible d'assurer le développement durable des pêches en réglementant les captures. C'est là une entreprise complexe qui nécessite une surveillance des données sur les stocks et une connaissance scientifique des facteurs écologiques qui influent sur les cycles de croissance de stocks spécifiques. Les cycles des nutriments, les variations des courants et la température de l'eau sont d'importants déterminants des cycles des populations de poissons. Les ichtyobiologistes commencent seulement à se faire une idée de l'effet qu'ont sur les poissons la pollution, notamment dans les écosystèmes en eau douce, les cycles naturels des micro-organismes, les vecteurs de maladies et les relations entre proies et prédateurs. Certains indices inquiétants donnent déjà à penser que les stocks diminuent dans beaucoup des pêcheries océaniques traditionnelles. Il en est de même des pêcheries en eau douce, où les captures diminuent à cause de la surexploitation et de la disparition des habitats viables.

Les données relatives aux captures commerciales sont rassemblées par les services des pêches au moyen d'enquêtes dans les entreprises industrielles de traitement du poisson. Pour la pêche du secteur non structuré, l'aquaculture et la pêche sportive, les données sont tirées de différentes sources telles que les enquêtes sur les ménages, les dossiers d'aménagement des pêches et les registres des permis de pêche, des sondages parmi les pêcheurs sportifs, des enquêtes sur les aliments consommés dans les villages etc.

A.1.4.1 Captures

Les variables les plus importantes pour évaluer les stress que subissent les populations de poissons sont les statistiques des captures. Mais il faut user de prudence quand on étudie les corrélations entre ces statistiques et les stocks. Premièrement, l'intensité de capture est influencée par les prix du marché (c'est-à-dire par la rentabilité de la pêche).

Deuxièmement, les cycles naturels des populations de poissons peuvent provoquer des fluctuations périodiques des captures annuelles. Seul un déclin régulier des captures peut être considéré comme une présomption de réduction réelle de la population. Troisièmement, il faut analyser soigneusement les statistiques des captures en se référant aux éventuelles modifications des règlements (quotas, permis, fermeture de la pêche, restriction des captures etc.) Quatrièmement, les conditions météorologiques peuvent influencer sur les captures: des tempêtes trop fréquentes peuvent réduire le nombre de jours où la pêche est possible pendant une campagne. Cinquièmement, il peut y avoir des distorsions systématiques dans l'enregistrement des captures à cause par exemple de la tendance à ne pas indiquer que le quota a été dépassé. Un problème particulièrement difficile tient à ce que les statistiques des quantités débarquées dans les différents ports de pêche ne concordent pas toujours avec celles des "captures totales" dans les eaux partagées. Enfin, il est toujours possible que de nouvelles zones de pêche soient découvertes, comme les eaux où les saumons de l'Atlantique viennent se nourrir au large du Groenland.

Les variables identifiées concernent les pêcheries d'eau douce et les pêcheries en mer; les pratiques halieutiques sont différentes dans les unes et dans les autres. Il faut en outre traiter séparément les captures commerciales, celles du secteur non structuré et celles de la pêche sportive. Cette dernière se situe principalement dans les pays riches, tandis que le secteur non structuré est important surtout dans les pays à faible revenu, où la pêche vise à compléter les sources locales de produits alimentaires. Les variables suggérées sont choisies pour décrire le niveau des activités halieutiques et ses variations. Elles complètent les variables des sections C.1.2, Aménagement et conservation des ressources naturelles (par exemple par des données sur les "quotas"), D.1.3, Stocks halieutiques et B.1.1.3, variation des ressources halieutiques.

Variables	Classification	Observations
<u>Captures commerciales</u>		
a. Captures en haute mer (t)	Type d'espèces	Ventiler par zone de pêche a/
b. Captures dans les eaux côtières	Type d'espèces	Ventiler par zone de pêche a/
c. Invertébrés (t)	Type d'espèces	Ventiler par zone de pêche a/

d. Captures en eau douce	Type d'espèces	Pêcheries commerciales - par exemple grands lacs, zones à saumons, etc.
e. Aquaculture (t)	Type d'espèces	Traiter séparément aquaculture en eau douce et en mer; y compris les invertébrés
<u>Captures non commerciales</u>		
f. Pêche sportive (t)	Type d'espèces	Y compris lacs, fleuves, océans; poissons de pêche sportive
g. Captures du secteur non structuré	Type d'espèces	Pour la consommation locale

a/ Pour permettre la concordance des données sur les captures et sur les débarquements.

A.1.4.2 Indicateurs économiques importants

Les indicateurs économiques décrivent la valeur marchande des quantités débarquées et des exportations. Les données relatives aux flotilles de pêche, à l'équipement et aux infrastructures publiques sont classées à la section D.1.3, Stocks halieutiques.

Variables	Classification	Observations
a. Valeur marchande des débarquements (\$)	Type d'espèces	Contribution à l'économie
b. Exportations de produits de la pêche (\$)	Type de produits	Recettes d'exportation par pays de destination
c. Valeur imputée des captures du secteur non structuré (\$)	Type d'espèces	Mesure de la contribution de l'économie non structurée

A.1.5. Minéraux, industries extractives

L'exploitation des ressources souterraines fait l'objet de deux sections. La première concerne les mines de métaux et de produits chimiques et les carrières, et la deuxième (A.1.6) la production et la consommation d'énergie. Cette distinction a été établie pour qu'il soit possible de regrouper tout le secteur de l'énergie dans une même section. L'impact écologique des mines de produits énergétiques tels que charbon, uranium, sables

bitumineux ou schistes etc. n'est pas fondamentalement différent de celui des autres types de mines. En revanche, l'extraction du pétrole et du gaz naturel fait appel à de tout autres techniques et son impact est très différent (marées noires, incendie de puits de pétrole ou de gaz)

L'exploitation minière se fait en général en plusieurs étapes: prospection, développement de l'infrastructure, extraction et transport des minerais, épuisement des gisements et restauration du site. Il arrive que des mines abandonnées soient rouvertes, par exemple si les prix ont changé ou si de nouvelles technologies sont apparues. Du point de vue strictement géologique, les minéraux sont présents dans toute la lithosphère, mais il n'y a que relativement peu de gisements où leur concentration soit suffisante pour permettre une exploitation rentable. C'est pourquoi l'essentiel de la production minière est concentré dans un nombre relativement limité de zones.

Certaines des variables statistiques correspondant à des étapes du cycle de l'exploitation minière, par exemple Prospection minière (A.1.5.1) et Production minière, y compris fermetures de mines (A.1.5.2), sont présentées ici. Les autres sont classées selon les catégories du CDSE dans les catégories A.1.8.2, Restructuration durable de l'environnement (pour le développement minier), A.2.1.3, Décharges terrestres (pour la production de déchets minéraux) et C.1.3, Restauration des environnements dégradés (pour la restauration des sites de mines). Certains indicateurs des activités secondaires telles que l'ouvroison des minéraux sont classés dans la section A.1.5.3, Indicateurs économiques importants. Pour une analyse complète de toutes les activités minières, en vue par exemple d'établir la comptabilité des ressources minières, il serait utile de regrouper tous ces éléments du CDSE, y compris les stocks (D.2.4.1) et les variations des stocks (B.1.2.3) de ressources minérales.

Les séries chronologiques de statistiques de la production, des exportations et de l'emploi dans le secteur minier sont fournies par les bases de donnée des services statistiques nationaux. Le service des mines surveille en général les activités minières, y compris la prospection, l'équipement et l'exploitation des gisements et l'évaluation des réserves. Les services régionaux de planification et les associations professionnelles sont aussi de précieuses sources de données, notamment sur le développement de l'infrastructure. L'interprétation des images de télédétection fournit aussi des renseignements intéressants, notamment pour la prospection.

A.1.5.1. Prospection minière

Il s'agit dans cette section de mesurer les superficies prospectées et l'intensité de la prospection et d'estimer l'importance des nouveaux gisements à ajouter aux réserves déjà connues dans la section D.2.4.1, Réserves minérales. Pour mesurer l'intensité de la prospection, on se base sur le nombre de prospecteurs, le nombre de sondages, le nombre et la superficie des concessions minières enregistrées, les superficies prospectées par télédétection et les budgets annuels des entreprises de prospection minière. On peut évaluer l'impact de la prospection et de l'exploitation des mines en établissant des cartes des indicateurs de prospection minière. Dans certaines régions, surtout celles où il existe des minéraux précieux (or, pierres précieuses), des opérations non structurées d'exploitation minière peuvent apparaître, comme par exemple lors de la "ruée vers l'or". Toutefois, le prospecteur solitaire est une espèce en voie de disparition; la prospection minière utilise aujourd'hui des technologies de pointe, notamment la télédétection et l'analyse par ordinateur des formations géologiques. Les enquêtes sur les entreprises de prospection, les comptes-rendus officiels des analyses de laboratoire et la documentation des concessions minières enregistrées sont les sources d'information auxquelles les gouvernements ont recours pour mettre à jour les bases de données sur les réserves nationales.

Variables	Classification	Observations
a. Nouveaux gisements découverts (réserves prouvées) (t)	Type de minéral	A ajouter à l'estimation des réserves
b. Cartographie des activités de prospection	Type de minéral	Identification des zones de prospection intensive
c. Indicateurs importants Nombre de concessions enregistrées Nombre de géologues de terrain Nombre de sondages Superficie couverte par les relevés géologiques (km ²) Dépenses de prospection (\$)	Type de minéral	Y compris la prospection des fonds marins

A.1.5.2 Production minière

Les variables de cette section décrivent la production minière et les fermetures de mines. La production minière est très sensible aux variations des prix des produits de base et aux fluctuations cycliques du commerce mondial. Des mines considérées comme "improductives" sont fermées quand les prix baissent et rouvertes en période de reprise. Les séries chronologiques des statistiques de la production sont des données de base utiles pour analyser l'état de l'environnement. Les mines sont une des principales sources de déchets solides sous forme de résidus et terrils (section A.2.1.3, Décharges terrestres).

Mines abandonnées, villes-fantômes et zones déprimées sont autant de manifestations visibles des conséquences environnementales et sociales de l'épuisement des gisements ou de l'effondrement des prix. Pour protéger la qualité de l'environnement, des programmes de restauration des sites abandonnés ont été mis en route, en particulier dans les zones très peuplées. Dans les zones moins peuplées, mines et villes abandonnées sont généralement recolonisées par la nature. Les variables retenues pour décrire ces phénomènes sont le nombre et la date des fermetures de mines (dont la taille est mesurée par la production annuelle ou le nombre de personnes employées quand la mine était en pleine activité) et la superficie occupée par les installations abandonnées, y compris les infrastructures. La restauration des sites est traitée dans la section C.1.3, Restauration des environnements dégradés.

Variables	Classification	Observations
a. Production des mines souterraines (t)	Type de minéral	Production brute (quantités expédiées + variation des stocks)
b. Mines à ciel ouvert (t)	Type de minéral	Production brute (quantités expédiées + variation des stocks)
c. Production des carrières (t)	Type de minéral	Production brute (quantités expédiées + variation des stocks)
d. Fermeture des mines (nombre, t, dates)	Type de minéral	Capacité à l'apogée de la production ou de l'emploi
e. Superficie des sites et infrastructures abandonnés (ha)	Type de minéral	Y compris site de la mine, ville, voies de transport

A.1.5.3 Indicateurs économiques importants

Les indicateurs économiques de la production décrivent le rôle des ressources minérales dans l'économie. Les activités secondaires de traitement des minéraux (fonderie, raffinage, concentration etc.) sont une importante source de pollution de l'atmosphère, des eaux et des sols (Cf. A.2.1, Emissions et rejets dans les éléments), du fait du volume des matériaux traités et de la toxicité des processus de fonderie.

Variables	Classification	Observations
a. Production de minéraux (t, \$)	Type de minéraux	Production et valeur, tendances de l'activité minière
b. Exportation de minéraux bruts (t, \$)	Type de minéraux	Dépendance à l'égard du marché d'exportation
c. Minerais consommés par les fonderies et raffineries (t)	Type de procédé	Par exemple, ferreux ou non ferreux
d. Minéraux non métalliques utilisés dans l'industrie chimique et l'industrie des engrais (t)	Type de procédé	Par exemple, potasse, soufre, phosphore, sels, etc.
e. Autres activités de transformation des minéraux (t)	Type de procédé	Par exemple, porcelaine, verre, briques, etc.

A.1.6 Production et consommation d'énergie

L'énergie est un intrant nécessaire (mais non suffisant) pour toutes les activités humaines et tous les processus naturels. Etant donné la loi de conservation de la masse et de l'énergie, l'énergie totale de l'univers reste constante. La combustion des hydrocarbures, entre autres phénomènes, transforme de l'énergie disponible en énergie non disponible, et les turbines hydroélectriques transforment une énergie non utilisable en énergie utilisable. La dégradation de l'énergie - d'une forme utilisable à une forme non utilisable - selon la deuxième loi de la thermodynamique, correspond à une augmentation de l'entropie. La production, qu'elle résulte de l'activité humaine ou de processus naturels, est une réduction temporaire et localisée de l'entropie, qui correspond au passage à un degré supérieur d'organisation. Cette réduction de l'entropie dans un système donné nécessite un apport d'énergie extérieur, qui dans la nature

est fourni par le soleil, et dans les sociétés humaines principalement par l'énergie emmagasinée dans les combustibles fossiles.

Contrairement aux autres ressources naturelles, l'énergie n'est pas une substance mais un concept défini scientifi-quement comme la capacité d'effectuer un travail. La grande conquête de l'homme est d'avoir su domestiquer l'énergie. Ainsi, un moteur d'automobile d'un modèle courant développe une puissance équivalente à celle de 100 chevaux. Selon les formes qu'elle prend - mécanique, thermique, électromagnétique - l'énergie se mesure de façon différente. L'unité le plus couramment utilisée pour mesurer la production et la consommation d'énergie est le joule, équivalant au travail produit par une force de 1 newton dont le point d'application se déplace de 1 mètre.

Les bases de données sur l'énergie sont essentiellement des éléments d'autres "sujets statistiques" décrits dans le présent rapport. Mais étant donné l'importance stratégique des politiques énergétiques et l'impact évident de la production et de la consommation d'énergie sur l'environnement, il importe de regrouper dans une même rubrique toutes les données concernant ce secteur. Les activités sont classées selon le cycle ci-après:

- a) Découverte, équipement et exploitation des gisements
- b) Transformation
- c) Utilisation

La consommation d'énergie contribue à la pollution de l'environnement, car elle se traduit par des rejets dans les éléments d'énergie sous forme non utilisable. Les statistiques décrivant cet aspect de la production et de la consommation d'énergie relèvent des bases de données sur les émissions et rejets dans les éléments (A.2.1), sur la concentration d'éléments polluants, en particulier dans l'atmosphère (B.2.1), ainsi que des *Statistiques des établissements humains* (A.2.1, Emission et rejet de déchets, et B.2.1, Concentrations ambiantes de polluants et déchets). La figure 1 montre les recoupements entre statistiques de l'énergie et statistiques de l'environnement.

Les statistiques de la production et de la consommation d'énergie sont généralement disponibles à la fois en termes de valeur (factures énergétiques etc.) et en quantité. Les mesures physiques sont les plus intéressantes du point de vue de l'environnement. Il y a plusieurs façons de calculer la consommation d'énergie à partir des chiffres de la production et

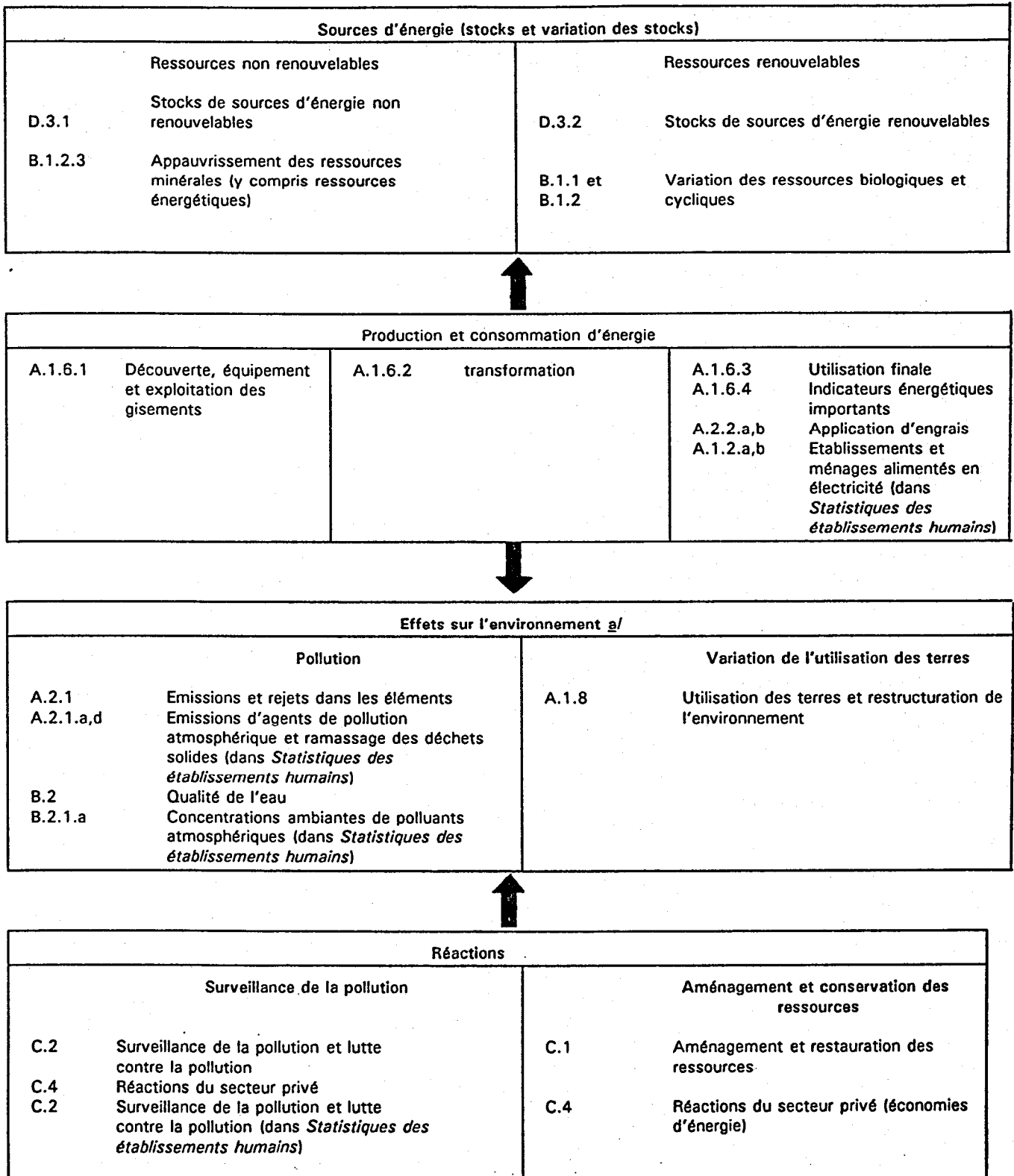
des dépenses. Tout d'abord, quand le prix unitaire est connu, on peut facilement convertir des valeurs en quantités. Mais on peut aussi utiliser des modèles permettant d'appliquer des coefficients énergétiques à la production brute, à la tonne/kilomètre transportée ou au mètre cube chauffé. L'introduction de coefficients énergétiques dans les matrices intrants/extrants permet d'obtenir des données complètes sur les utilisations finales de l'énergie et sur l'intensité énergétique des produits.

Les services statistiques nationaux collectent normalement les statistiques de la production et de la consommation. Les enquêtes sur les industries comportent généralement aussi des questions sur la quantité et la valeur de l'énergie qu'elles achètent ou produisent elles-mêmes. Des renseignements sur la consommation d'énergie sont collectés à l'occasion des enquêtes sur les ménages et sur l'agriculture (utilisation d'essence ou de fioul agricole, combustible utilisé pour la cuisine, dépenses annuelles de chauffage). L'analyse des technologies et des procédés permet aussi d'évaluer les variables énergétiques; les statistiques du commerce international et les archives des administrations responsables des mines et de l'énergie sont aussi des sources utiles, de même que diverses organisations internationales telles que l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), l'Agence pour l'énergie de l'Organisation de coopération et de développements économiques (OCDE), le Bureau de statistique du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies, les divisions de statistique des Commissions économiques régionales de l'ONU.

A.1.6.1 Découvertes, équipement et exploitation des gisements

Les activités de prospection, de mise en place des équipements et infrastructures et les procédés d'extraction sont sensiblement les mêmes pour les hydrocarbures que pour les autres minéraux (A.1.5). Toutefois, pour le gaz et le pétrole, la prospection fait intervenir des opérations de grande échelle qui perturbent l'environnement: techniques sismologiques détruisant le couvert végétal sur de vastes zones, forages profonds, utilisation de matériel lourd pour les puits de sondage sur terre et de plates-formes pétrolières en mer. De plus, ces prospections se font souvent dans des zones écologiquement sensibles telles que les espaces naturels reculés. Le volume des matériaux déplacés pour la production de charbon et les infrastructures complexes utilisées pour prospecter et exploiter les gisements de gaz et de pétrole sont cause de graves perturbations de l'environnement (oléoducs et gazoducs, voies ferrées, grands

Figure I. Les statistiques de l'énergie dans le CDSE



^{a/} Emissions, charge, concentration et autres effets de restructuration de l'environnement

terminals ferroviaires et portuaires), sans parler des risques de marées noires, d'explosions et d'incendies de puits et de pipelines, de la pollution provoquée par les industries pétrochimiques et des rayonnements émis par les mines d'uranium.

Variables	Classification	Observations
a. Prospection des ressources en pétrole et gaz (nombre, km, km ²)	Type d'activité	Prospection sismique, puits de sondage, superficie prospectée etc.
b. Nouvelles découvertes de pétrole et de gaz, (barils, m ³)	Type de pétrole/gaz	Réserves certaines, révision des réserves déjà connues
c. Découverte d'autres combustibles fossiles, et d'uranium (t)	Type de combustibles	anthracite, lignites bitumineuses, schistes et sables bitumineux
d. Construction d'infrastructures (km, t, nombre)	Type d'activité	Y compris transport - par exemple pipelines - logements, raffineries
e. Extraction du pétrole et du gaz (barils, m ³)	Type d'activité	Opérations terrestres et en mer
f. Extraction de charbon et d'uranium (t)	Type d'activité	Mines souterraines et à ciel ouvert

A.1.6.2 Transformation de l'énergie

On parle souvent abusivement de production d'énergie pour désigner la transformation de l'énergie stockée dans les hydrocarbures, l'uranium et les systèmes cycliques naturels en énergie utilisable pour produire de la chaleur, de la lumière et du travail. Les centrales électriques transforment l'énergie thermique ou l'énergie potentielle gravitationnelle (hydro-électricité) en énergie électromagnétique facile à transporter sur de longues distances. Les variables du tableau ci-après décrivent les sources d'énergie renouvelables et non-renouvelables, qu'il s'agisse de combustibles fossiles, d'énergie nucléaire, biologique, solaire ou géothermique, hydraulique ou éolienne. Il faut prendre en compte la source de l'énergie, les techniques utilisées et le rendement énergétique de la transformation pour évaluer les atteintes que subit l'environnement. Les réactions face à ce problème consistent à économiser l'énergie et à adopter des stratégies propres à

réduire les menaces que la "production" d'énergie crée pour l'environnement (C.1.2).

Les sources d'énergie disponible sont:

- a) Les réacteurs nucléaires (électricité seulement);
- b) Les combustibles fossiles, éventuellement transformés en électricité (centrales thermiques) ou brûlés tels quels pour le chauffage et la cuisine, ou transformés en énergie cinétique dans les moteurs à combustion interne ou à réaction;
- c) Les matières biologiques, utilisées principalement pour le chauffage et la cuisine, mais qui peuvent aussi être transformés (en alcool par exemple) pour produire de l'énergie cinétique;
- d) Les systèmes cycliques naturels: transformation d'énergie hydraulique ou éolienne en électricité ou, dans les systèmes traditionnels, en énergie cinétique (moulins à vent, éoliennes);
- e) Le rayonnement solaire et l'énergie géothermique, qui peuvent être transformés en électricité ou servir directement pour le chauffage;
- f) Les déchets recyclés dans des usines de chauffage urbain ou de petites centrales électriques.

Variables	Classification	Observations
<u>Energies non renouvelables</u>		
a. Combustibles fossiles pour produire de la chaleur et de l'énergie cinétique (J. t, l)	Type de combustible Utilisation	Cuisine, chauffage, transport
b. Production d'électricité à partir de combustibles fossiles (kw)	Type de combustible	Rendement, etc.
c. Production d'électricité dans les centrales nucléaires (kw)	Type de réacteur	Capacité, rendement
<u>Energies renouvelables</u>		

d. Sources biologiques de production de chaleur et de travail (J, t)	Type de source	Bois de feu, animaux de trait, déchets agricoles etc.
e. Production d'électricité par les systèmes cycliques (kw)	Type de source Type de technologie	Y compris énergie marémotrice et éolienne
f. Production d'électricité et de chaleur de sources solaires et géothermiques (kw, J)	Type de technologie	Y compris chauffage urbain, utilisation du rayonnement solaire pour la cuisine et le chauffage
g. Production d'électricité et de chaleur par le recyclage des déchets (kw)	Type de technologie Type de déchets	Ordures municipales, déchets industriels etc.

A.1.6.3 Utilisations finales de l'énergie

Ce sujet statistique permet de ventiler le bilan énergétique national par utilisations finales. La ventilation peut se faire par type d'activité (labour, fonderie, chauffage, cuisine, transport de marchandises, transport jusqu'au lieu de travail) ou par secteur économique (agriculture, secteur manufacturier, transports, ménages, administration publique). La première approche est plus difficile à appliquer parce que les enquêtes et les classifications statistiques sont traditionnellement axées sur les produits et non sur leur mode d'utilisation. Le tableau ci-après décrit les utilisations de l'énergie par secteur économique; mais il est recommandé d'adopter la classification par activité quand les données et modèles disponibles le permettent.

Variables	Classification	Observations
<u>Consommation intermédiaire d'énergie</u>		
a. Production primaire (extraction, récolte) (J, kw)	Source Type d'activité ou d'industrie	Y compris énergie non achetée
b. Industrie lourde (J, kw)	Source Type d'activité ou d'industrie	Industries énergivores, par exemple fonderie, sidérurgie, cimenterie, industries chimiques et pétrochimiques

c. Autres industries manufacturières (J, kw)	Source Type d'activité par exemple assemblage, ouvraison, conditionnement	Industries peu énergivores
d. Services à la production et au commerce (J, kw)	Source Type de service	Services financiers et techniques; assurance
e. Construction (J, kw)	Source Type de construction	Infrastructures, bâtiments, réseaux de transport, etc.
f. Transport de marchandises (J, kw)	Source Type de transport	Route, fer, air, eau

Consommation finale d'énergie

g. Consommation des ménages (J, kw)	Source Type d'activité	Cuisine, chauffage, électroménagers
h. Services aux ménages (J, kw)	Source Type de service	Commerce de détail services personnels restaurants, hôtels, etc.
i. Transport de voyageurs (J, kw)	Source Type de transport	Transports particuliers et en commun
j. Consommation du gouvernement, des services publics, etc. y compris défense nationale (J, kw)	Source Type d'activité	Y compris usages militaires et autres services

A.1.6.4 Indicateurs économiques importants

Les variables les plus importantes pour les politiques énergétiques sont les économies d'énergie, la dépendance à l'égard de sources extérieures et la contribution économique du secteur énergétique (valeur ajoutée). La réduction des ressources énergétiques est présentée dans la section B.1 (Réductions et accroissements des ressources). La consommation d'énergie par habitant donne une première indication du gaspillage ou des économies d'énergie (surtout dans le contexte international). Les efforts spécifiques d'économie sont classés avec les réactions sociales à l'épuisement des ressources, dans les sections C.1 et C.4. Les indicateurs choisis ici sont destinés à donner un tableau général de la situation énergétique; il devront être affinés et adaptés aux besoins de chaque pays.

Variables	Classification	Observations
a. Consommation d'énergie par habitant (J, kw)	Type d'énergie	Economies d'énergie
b. Ratio consommation d'énergie renouvelable/non renouvelable	Type d'utilisation	Cuisine, chauffage, agriculture, industries manufacturières, transport
c. Energie importée (J, kw, t, \$)	Type d'énergie	Sécurité énergétique
d. Energie exportée (J, kw, t, \$)	Type d'énergie Pays	Sécurité énergétique
e. Taux d'autosuffisance énergétique (%)	Type d'énergie	Sécurité énergétique
f. Valeur ajoutée dans le secteur énergétique (\$)	Type d'industrie	Importance économique

A.1.7. Utilisation de l'eau pour les activités humaines

La pénurie d'eau est chronique dans bien des régions du monde sujettes à la sécheresse. La qualité de l'eau potable, question vitale pour la santé publique, pose de graves problèmes non-seulement dans les pays pauvres, mais aussi, de plus en plus, dans les pays prospères. Dans ces derniers, le problème tient à la pollution des systèmes hydrographiques par des produits chimiques toxiques et à l'utilisation de grandes quantités d'agents de purification tels que le chlore. D'un autre côté, le fléau séculaire des maladies transmises par l'eau (choléra et typhoïde par exemple) continue de sévir dans bien des régions du monde. L'humanité souffre des inondations depuis qu'elle a installé ses tout premiers établissements en bordure des cours d'eau. C'est pour maîtriser et distribuer l'eau qu'ont été réalisés certains des travaux publics les plus spectaculaires. L'humanité a grandement bénéficié de ces restructurations des systèmes hydrologiques, mais ceux-ci ont à leur tour créé de sérieuses nuisances: propagation des maladies transmises par l'eau, altération des écosystèmes, destructions d'habitats humains et animaux, engorgement et salinisation des sols, conflits entre usagers d'amont et usagers d'aval. La déforestation des hauts bassins versants qui résulte de la pression démographique accélère l'envasement en aval et rend les inondations plus fréquentes et plus destructrices.

Les variables identifiées ici sont tirées d'un rapport antérieur, "Draft guidelines on freshwater statistics" (inédit).^{16/} Les variables figurant dans la rubrique "activités"

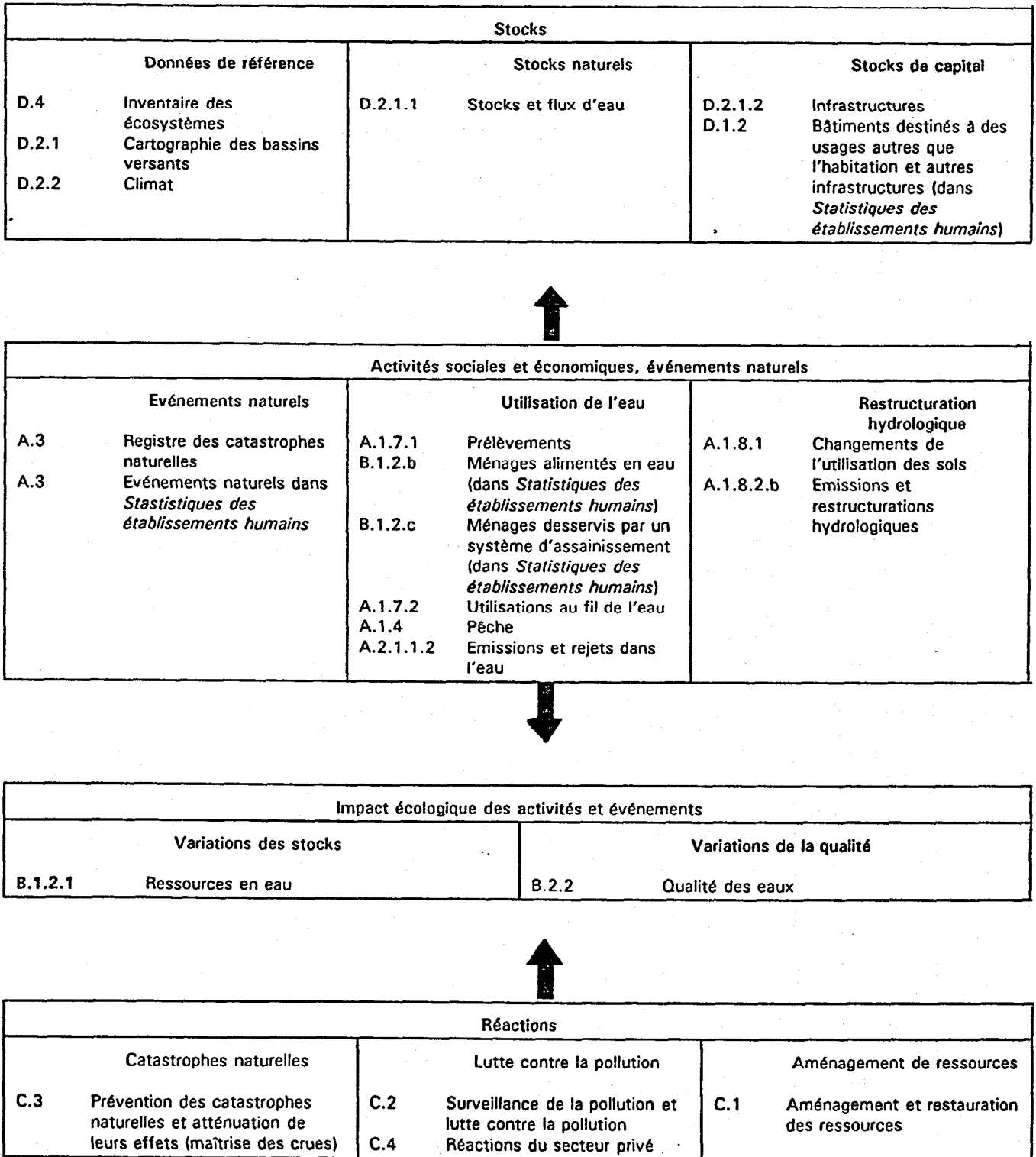
sont les prélèvements et les utilisations sur place (loisirs, transports). D'autres utilisations sur place sont classées ailleurs: génération d'électricité dans A.1.6.2 (transformation de l'énergie), habitat de poissons dans A.1.4 (pêche). L'utilisation des eaux pour la décharge des déchets produits par l'homme est également traitée séparément, dans la section A.2.1 (Emissions et rejets dans les éléments). Les catastrophes provoquées par les eaux, telles qu'inondations ou glissements de terrain, sont classées dans la section A.3, Événements naturels. Quand le manque de précipitations devient une catastrophe (sécheresse), ce phénomène est aussi classé dans A.3. La figure II indique les bases de données complémentaires dans le contexte du CDSE: ressources en eau (section D), effets de l'utilisation de l'eau et des autres activités socio-économiques sur les ressources en eau et leur qualité (section B), réactions sociales aux catastrophes liées à l'eau, à la pollution et à l'épuisement des ressources (section C). Les définitions et classifications utilisées ici sont tirées de la *Classification type de la CEE de l'utilisation de l'eau*^{17/}.

Les autorités responsables des eaux, notamment les services de l'irrigation, sont d'importantes sources de données. Dans beaucoup de régions, le prélèvement de l'eau n'est pas organisé, ou bien s'il l'est, c'est au niveau des villages ou des villes. Pour obtenir des données sur les prélèvements d'eau, il pourra être nécessaire d'avoir recours à des enquêtes sur les municipalités, sur l'agriculture, sur les ménages et sur l'industrie. Les données relatives aux activités au fil de l'eau sont obtenues dans différentes sources: ménages et entreprises (y compris entreprises de tourisme), enquêtes sur le nombre d'utilisateurs, dépenses consacrées aux loisirs aquatiques (ou recettes des entreprises concernées). Les autorités responsables de la navigation et les entreprises de transport sur les eaux intérieures peuvent aussi fournir des renseignements statistiques.

A.1.7.1 Prélèvements d'eau

Les prélèvements d'eau peuvent être considérés comme un détournement temporaire des cycles naturels. Ils sont à l'origine de divers problèmes d'environnement (Cf. fig II), notamment quand les prélèvements dans les formations aquifères, les réservoirs et les lacs se font à un rythme supérieur à celui de l'alimentation. Dans les zones arides, les prélèvements dans les cours d'eau peuvent aussi réduire la qualité et la quantité de l'eau dont disposent les usagers en aval (Cf. section B.1.2.1, Ressources en eau). Un autre sujet de préoccupation est la qualité de l'eau quand elle est finalement rejetée dans les cours

Figure II. Statistiques de l'eau dans le CDSE



d'eau, les lacs ou la mer. Les eaux utilisées pour le nettoyage, le refroidissement et l'irrigation contiennent des sels solubles, des particules de sol et des déchets biologiques qui, si leur concentration dépasse la capacité d'absorption du milieu qui les reçoit, en provoquent la dégradation. Ces questions sont traitées dans les sections A.2.1.1, Émissions et rejets dans les eaux intérieures, A.2.1.2, Émissions et rejets en mer, et B.2.2, Qualité des eaux. Le tableau 3 indique les prélèvements d'eaux superficielles et souterraines en Angleterre et au pays de Galles, ventilés par secteur d'utilisation.

La notion de "prélèvements nets" doit être considérée dans le contexte des flux: premièrement, pertes par évapotranspiration et deuxièmement transferts entre bassins hydrographiques pour redistribuer l'eau des zones excédentaires aux zones déficitaires et accroître le potentiel hydro-électrique. Les programmes de dérivation des eaux sont de plus en plus attaqués en raison des atteintes aux écosystèmes et de la modification des climats locaux qu'ils provoquent. La gestion des eaux et les accords de partage entre usagers d'amont et usagers d'aval remontent aux plus anciennes civilisations riveraines. L'expansion de l'irrigation, la grosse consommation des métropoles prospères et les importants prélèvements des industries ont créé des pénuries d'eau dans beaucoup de pays. La marge de sécurité devient particulièrement précaire en période d'étiage. Les pénuries risquent d'être aggravées par l'évolution des modes de vie, des techniques industrielles et des pratiques agricoles (remplacement de variétés indigènes peu exigeantes en eau par des cultivars modernes qui en demandent beaucoup). La demande croissante d'eau peut ainsi créer des conditions de sécheresse même quand les fluctuations des précipitations sont normales.

Le tableau ci-après donne une ventilation des prélèvements d'eau par source et activité ou type d'utilisation. Les statistiques de l'alimentation des ménages en eau et des ménages desservis par un système d'assainissement sont traitées dans les *Statistiques des établissements humains* - B.1.2, Accès aux infrastructures, équipements et services.

Variables	Classification	Observations
Prélèvements d'eau		
a. Eaux superficielles (m ³)	Source	Cours d'eau, lacs, etc.
b. Eaux souterraines (m ³)	Source	Puits, nappes
c. Transferts entre bassins hydrographiques (m ³)	Source	Préciser bassins versants
d. Prélèvements d'autres sources (m ³)	Source	Y compris dessalement et captation des précipitations
e. Exportations d'eau (m ³)	But	Accords sur le partage des eaux

Tableau 3. Prélèvements annuels d'eaux superficielles et souterraines, par utilisation en Angleterre et Pays de Galles (Mégalitres/jour)

	Alimentation	Agriculture		Industrie		Prélèvements totaux
	en eau <u>a/</u>	Irrigation par aspersion <u>b/</u>	Autres	Office central de l'électricité <u>c/</u>	Autres <u>d/</u>	
1977	14 768	115	120	13 406	6 958	35 367
1978	15 830	79	151	12 539	6 627	35 226
1979	16 268	106	140	12 710	6 773	35 997
1980	16 039	92	133	13 088	4 634	34 062
1981	16 039	116	111	12 208	4 972	33 446
1982	16 331	139	117	11 587	4 729	32 903
1983	16 360	170	119	12 179	4 095	32 923
1984	16 394	199	122	11 757	3 893	32 365
1985	16 685	102	121	10 710	3 920	31 538
1986	16 617	169	123	12 744	4 099	33 752
1987	17 240	101	121	12 806	3 702	33 970

Source: Department of the Environment, *Digest of Environmental Protection and Water Statistics* (Londres: Her Majesty's Printing Office, 1989).

a/ Prélèvements effectués par le Service des eaux, les sociétés des eaux et les petits usagers.

b/ Y compris de petites quantités d'eau utilisées hors agriculture pour l'irrigation par aspersion.

c/ Non compris eaux côtières, mais y compris eaux à usage énergétique (environ 5 600 mégalitres/jour en 1987).

d/ Non compris eaux côtières et eaux utilisées à des fins énergétiques et pour la pisciculture.

Utilisation de l'eau

f. Agriculture (m ³ , km ²)	Type d'irrigation	Par submersion, aspersion, goutte-à-goutte, etc.
g. Industrie (m ³)	Type d'activité	Industries grosses consommatrices d'eau, y compris industries extractives, et taux de recyclage
h. Production d'énergie (m ³)	Type d'activité	Notamment pour refroidissement
i. Ménages (m ³)	Type de purification ozone	Néant, filtrage, produits chimiques

A.1.7.2 Activités au fil de l'eau

Les activités aquatiques au fil de l'eau sont conditionnées par les caractéristiques physiques des masses d'eau et par les activités humaines environnantes. Ainsi, le potentiel hydroélectrique est fonction du débit hydrique, de la dénivelée et des fluctuations saisonnières. Les activités aquatiques récréatives sont plus complexes; elles dépendent de l'agrément de la masse d'eau considérée, de la proximité des centres habités, du climat, des autres sites de loisir disponibles. Une utilisation intense peut créer de graves problèmes d'environnement et même compromettre la viabilité des écosystèmes aquatiques. Les rejets de déchets, les usages récréatifs, les transports et les centrales hydroélectriques sont autant de causes de dégradation des écosystèmes aquatiques.

Les activités au fil de l'eau peuvent se classer comme suit:

a) Pêche, mesurée par le volume et la composition des captures et ventilée en pêche commerciale et pêche sportive;

b) Loisirs et tourisme (natation, pêche, canotage, voile, ski nautique etc.), mesurés par le nombre d'usagers;

c) Rejets, mesurés par la quantité de déchets rejetés dans les masses d'eau, compte tenu de la capacité d'absorption de ces dernières, qui est fonction de la taille, du débit et de l'état physique de l'eau. Les variables sont les tonnes d'effluents et la demande biologique en oxygène, ventilées par composition et source;

d) Transports, mesurés par l'intensité d'utilisation compte tenu des caractéristiques de la masse d'eau considérée.

Les déversements accidentels de produits chimiques toxiques et de pétrole sont des épisodes particulièrement inquiétants;

e) Génération d'électricité, mesurée par la quantité produite et par la capacité installée.

Les activités des types a), c) et d) sont traitées dans d'autres parties du présent rapport (Cf. fig. II). Le tableau ci-après indique les variables à utiliser pour décrire l'utilisation des eaux pour les loisirs, le tourisme et les transports.

Variables	Classification	Observations
a. Activités sportives et récréatives (nombre d'usagers)	Type d'activité Type de masse d'eau	Y compris indicateurs d'intensité d'utilisation
b. Tourisme (nombre)	Type de masse d'eau	Par exemple, nombre de nuitées dans les hôtels
c. Transport (t, km, nombre)	Type de trafic Type de masse d'eau	Réseaux hydrologiques, y compris canaux, nombre de passagers, tonnage du fret

A.1.8 Utilisation du sol et restructuration de l'environnement

Les statistiques de l'utilisation du sol décrivent la dimension spatiale des activités humaines. On distingue parfois l'utilisation des terres et l'occupation des sols, cette dernière correspondant à l'état effectif de l'espace, tandis que l'utilisation du sol serait plutôt une désignation formelle ou une prescription relative à cette utilisation (conservation, parcs nationaux, terrains militaires). Les variables nécessaires pour surveiller la transformation du paysage sont décrites dans la présente section (statistiques des variations des utilisations du sol et grands projets de restructuration de l'environnement).

Comme ces activités se situent dans les établissements humains, les variables pertinentes figurent dans les *Statistiques des établissements humains* dans les sections A.1.5 (utilisation du sol dans les établissements humains et A.1.2 (construction de bâtiments, infrastructures et équipement). L'état de l'utilisation du sol à un moment donné est décrit par les cartes et inventaires (cf. D.1.1., inventaire des cultures, de l'élevage et des sols; D.2.3 Lithosphère (utilisation des sols; D.1.2.1, Inventaires forestiers; D.4, (Inventaire des écosystèmes). Les variables décrivant la planification et l'aménagement du territoire sont classées dans C.1, Aménagement et restauration des ressources.

L'utilisation des sols varie sous l'effet conjugué de forces économiques, technologiques, démographiques, politiques, culturelles et naturelles (événements météorologiques et géologiques). Les facteurs qui influent sur la façon dont la terre est effectivement utilisée, dégradée ou protégée, peuvent se répartir sous cinq grandes rubriques, à savoir:

a) Capacité de production des terres - c'est-à-dire fertilité naturelle ou capacité de charge biologique;

b) Valeur du site pour les activités humaines par exemple situation centrale pour des marchés;

c) Valeur esthétique, spirituelle et culturelle du paysage, par exemple site historique;

d) Fonctions écologiques de maintien de l'équilibre des systèmes naturels et des habitats de faune et de la flore.

e) Morphologie ou paysage en tant que facteurs déterminant les bassins hydrographiques, le climat, les voies naturelles de passage ou les obstacles au transport.

Des facteurs économiques jouent un rôle dominant dans les changements de l'utilisation des sols. Par exemple, quand les prix fonciers sont élevés, des terres agricoles très productives peuvent se couvrir de ciment et d'asphalte. L'infrastructure juridique et institutionnelle influe aussi beaucoup sur les choix en matière d'utilisation des sols et parfois les modifient. Dans une grande mesure, la gestion de l'environnement consiste à résoudre des conflits au sujet des choix de société en matière d'utilisation des sols (économie contre écologie). Les variables permettant de surveiller les mesures prises pour gérer, protéger, conserver les terres selon les priorités et les valeurs de la société (établissement de parcs nationaux, ceintures vertes pour freiner l'urbanisation, protection du patrimoine historique, etc.) sont décrites dans la section C.

Les statistiques de l'utilisation des sols sont généralement dispersées et fragmentées. Des sources importantes sont les agences locales de planification, les recensements de l'agriculture, les instituts de cartographie et les données de télédétection. Dans certains services statistiques, les données sur l'utilisation des sols sont considérées comme partie intégrante des bases de données statistiques nationales et elles sont rassemblées systématiquement et périodiquement. Des données sur les restructurations durables de l'environnement peuvent être demandées aux organismes responsables des plans de développement

ainsi qu'aux ministères de l'économie, des ressources et des transports.

A.1.8.1 Changements de l'utilisation des sols

Les variables identifiées ici décrivent les transformations de l'utilisation des sols. Les bases de données nationales sur l'utilisation des sols et ses variations doivent être fondées sur une classification normalisée de l'utilisation des sols ainsi que sur des enquêtes systématiques. La *Classification statistique type de la CEE de l'utilisation des sols* (voir Annexe II) est conçue spécifiquement pour les pays industriels des zones tempérées; elle pourrait éventuellement être adaptée aux besoins et aux conditions des pays en développement. Dans les bases de données où sont enregistrées les variations de l'utilisation des sols, il faut distinguer les changements structurels fondamentaux des écosystèmes des changements qui sont simplement le corollaire d'une variation de l'activité, par exemple la construction de routes dans des zones déjà très urbanisées. Les changements d'utilisation qui entraînent le passage d'une grande classe d'activités à une autre, par exemple la transformation de terres forestières en terres agricoles, sont généralement plus importants du point de vue de l'environnement que lorsque les activités se situent dans le même secteur, par exemple, quand des terres cultivées deviennent des pâturages.

Les statistiques de l'utilisation des sols sont rassemblées et mises à jour périodiquement dans le cadre des enquêtes effectuées par les organismes responsables de l'aménagement du territoire tels que les municipalités; elles peuvent aussi être extraites des recensements de l'agriculture ou des cartes établies sur la base des inventaires ou des données de télédétection. Les services de statistiques hésitaient jusqu'à récemment à établir des bases de données statistiques détaillées sur l'utilisation des sols, qui doivent être régulièrement mises à jour, à cause de la complexité de cette tâche et de son coût élevé. Mais le travail est maintenant très simplifié grâce aux systèmes de cartographie informatisé, (Systèmes d'information géographique) (Cf. section D, Introduction). Les données relatives à l'utilisation des sols sont essentielles pour évaluer l'état de l'environnement et elles doivent donc avoir une place prioritaire dans les programmes de statistiques de l'environnement.

Variables	Classification	Observations
a. Changements radicaux de l'utilisation des sols (entre secteurs d'activités différents) (km ²)	Utilisation des sols <u>a/</u>	Par exemple transformation de terres forestières en terres agricoles
b. Changement de l'utilisation des sols au sein d'un même secteur d'activités (km ²)	Utilisation des sols <u>a/</u>	Par exemple transformation d'un peuplement naturel en plantation
c. Changement de l'utilisation des sols à des fins spécifiques (km ²)	Utilisation des sols <u>a/</u>	Par exemple tourisme, déforestation, désertification

a/ Voir Annexe II.

A.1.8.2 Restructuration durable de l'environnement

Les variables suggérées ici sont essentiellement une extension de la base de données sur les changements de l'utilisation des sols (A.1.8.1) donnant plus de détails sur les changements structurels durables de l'environnement. Elles se classent en deux catégories: premièrement inventaires ou registres des grands projets de restructuration de l'environnement (infrastructures de transport et énergétiques, urbanisation, périmètres d'irrigation, programmes de restauration de l'environnement) et deuxièmement statistiques des restructurations de petite ampleur dont l'ensemble peut avoir un effet considérable sur l'environnement (lotissement des zones péri-urbaines pour la construction d'habitations, zones industrielles, petits périmètres de drainage). Ces modifications résultent généralement d'investissements publics ou privés, mais il faudrait estimer aussi l'importance des activités du secteur non structuré, par exemple défrichement de forêts pour l'agriculture de subsistance ou nouveaux établissements dans des terres inhabitées à la suite de migrations).

Les grands projets font généralement intervenir d'importantes activités de construction étalées sur plusieurs années. Les petites restructurations de l'environnement sont reflétées par certaines données économiques, par exemple la construction de nouveaux logements, l'investissement dans les infrastructures urbaines et de transport et les améliorations foncières. Les données économiques prennent la forme du chiffre des dépenses pendant des exercices budgétaires spécifiés. Du point de vue de l'environnement, il serait plus utile de connaître les paramètres physiques décrivant non seulement les

superficielles affectées par les modifications de l'utilisation des sols mais ceux qui concernent d'autres atteintes à l'environnement, par exemple le nombre de mètres cubes de terrassement, les superficies d'habitats naturels détruits, l'utilisation de matériaux et d'énergie (par exemple la quantité de béton utilisé pour la construction de barrages). Une source précieuse d'information est fournie par les déclarations d'impact écologique obligatoires pour les grands projets.

Comme première étape de la collecte de données statistiques sur les restructurations durables de l'environnement, il est proposé d'établir un registre des grands projets à partir de cahiers des charges des grands travaux, des données sur les coûts économiques et des déclarations d'impact. Pour les projets qui s'étendent sur plusieurs années, les rapports d'activités annuels permettront des mises à jour. Les informations nécessaires pour établir le registre sont les suivants:

- a) Nom du projet (par exemple sa désignation officielle dans les plans nationaux)
- b) But du projet (par exemple irrigation, maîtrise des eaux, production d'électricité, transport, nouvel établissement);
- c) Date de début et d'achèvement (si le projet comporte plusieurs phases, date de début et d'achèvement de chaque phase);
- d) Composante et phase du projet (par exemple, ouverture des voies d'accès, préparation du terrain, construction, viabilité, etc.);
- e) Coût du projet par composante;
- f) Emploi par composante et par étape;
- g) Intrants (matériaux de construction, combustibles, électricité);
- h) Equipement utilisé (nombre et capacité des moyens de transport, des engins de terrassement, des grues, explosifs, etc.);
- i) Superficielles altérées par les travaux (distinguer les altérations radicales provoquées par la construction elle-même, le logement des ouvriers, les défrichements, des altérations moins importantes ou légères provoquées par la construction des routes d'accès, les zones irriguées ou les lignes de transmission);

j) Déclaration d'impact écologique (récapitulation des conclusions de la déclaration d'impact et mesures proposées pour protéger l'environnement);

Les restructurations durables de l'environnement peuvent comprendre les activités suivantes:

a) Projets hydrologiques polyvalents (par exemple irrigation, électricité, maîtrise des crues)

b) Projets hydrologiques à finalité unique (génération d'électricité)

c) Mégaprojets énergétiques (énergie thermique, nucléaire, hydro-électrique)

d) Développement minier

e) Extension des réseaux de transport

f) Nouveaux projets de colonisation agricole

g) Construction de nouvelles villes

h) Equipement de zones touristiques

i) Equipement de sites industriels en particulier pour l'industrie lourde et l'industrie chimique;

j) Infrastructure d'accès aux ressources naturelles (routes, etc.)

k) Restauration de l'environnement (usines de traitement des eaux usées, grands projets de reboisement et de conservation des sols, réinstallation de population provenant de zones dégradées)

On notera que les projets de restructuration de l'environnement se rattachent à la fois à la "restructuration de l'environnement" et aux "réactions" et qu'ils sont donc présentés dans la section C.1.3, Restauration des environnements dégradés et dans la section C.2.3, Dépollution et restauration de l'environnement. La construction d'infrastructures et l'accès aux infrastructures sont décrits dans les *Statistiques des établissements humains* (sections A.1.2 et B.1.2).

L'ouverture de nouvelles mines est un élément particulièrement important de cette liste. Elle fait partie d'une

suite d'activités décrites ci-dessus dans la section A.1.5, Minéraux, industries extractives. La taille des opérations peut aller d'une mine dont sont extraites chaque année plusieurs millions de tonnes de minerais pour approvisionner les marchés mondiaux à de simples carrières produisant des matériaux de construction pour les besoins locaux. Ces dernières opérations n'ont qu'un impact limité dans l'espace (déplacement du sol superficiel, bruit, poussière). Mais comme elles se situent en général à proximité des établissements humains, la réaction du public peut être très énergique, surtout s'il y a perte de terres agricoles productives ou de terrains de loisirs. Les grandes mines ont souvent des effets plus graves du point de vue de l'environnement, surtout lorsqu'elles altèrent des écosystèmes uniques ou menacent des sociétés tribales.

Variables	Classification	Observations
a. Réseau de transport (km, \$)	Type et but	Y compris le transport de l'énergie (lignes de transmission, oléoducs, etc.
b. Restructuration hydrologique (m ³ , km ² , km, \$)	Type et but	Barrages, réservoirs, canaux, etc.
c. Construction de centrales électriques (kw, \$)	Type et but	Combustible fossile, énergie nucléaire, solaire, hydraulique, éolienne, etc.
d. Nouvelles colonies agricoles (km ² , nombre, \$)	Type et but	Défrichage des forêts, irrigation, nombre de ménages installés
e. Création de zones résidentielles et industrielles (km ² , \$)	Type et but	Préparation du terrain pour les nouvelles zones et les industries
f. Mise en place de l'infrastructure pour les mines l'exploitation forestière commerciale, etc. (km ² , \$)	Type et but	Construction d'infrastructures pour l'exploitation des ressources
g. Mise en valeur de grands sites touristiques (nombre, km ² , \$)	Type	Investissements publics et privés, capacité d'hébergement

h. Projets de restauration de l'environnement (km ² , \$)	Type et but	Restauration des écosystèmes, conservation des sols, boisement, traitement des eaux usées
i. Restructuration de l'environnement dans le secteur non structuré (km ² , nombre)	Type et but	Y compris défrichement, colonisation de nouvelles terres

A.1.8.3 Indicateurs importants de l'utilisation des sols

Les variables identifiées ici sont les indicateurs économiques généraux et les pressions qui s'exercent sur les terres. Ces dernières peuvent être en outre étudiées du point de vue de la capacité de charge, c'est-à-dire des populations humaine et animale et des activités que les terres peuvent supporter. La densité démographique et l'utilisation des sols, considérées simultanément, constituent un indicateur pertinent des atteintes que risque de subir l'environnement. On peut encore affiner cet indicateur en utilisant par exemple des variables pondérées par la consommation d'énergie par habitant. D'autres indicateurs sont l'intensité de l'agriculture, la densité du cheptel et la concentration de l'activité industrielle. La base de données sur la croissance démographique et les mouvements de population est décrite dans la section A.1.1., *Accroissement et mouvement de la population, dans Statistiques des établissements humains*.

Variables	Classification	Observations
a. Prix moyen de la terre (\$/hectare)	Utilisation des sols <u>a/</u>	Incitation économique à modifier l'utilisation du sol
b. Valeur totale des transactions foncières (\$)	Utilisation des sols <u>a/</u>	Analyses économiques des variations de l'utilisation des sols
c. Densité démographique (nombre/km ²)	Type de population <u>b/</u>	Capacité de charge
d. Intensité de l'activité (production/km ²)	Type d'activité	Capacité de charge

a/ Voir Annexe II

b/ Inclure non seulement les populations humaines mais aussi le cheptel et, dans certains habitats, la faune sauvage.

A.2 EMISSIONS, REJETS ET APPLICATION DE PRODUITS BIOCHIMIQUES

Les sujets statistiques A.1.1 à A.1.6 décrivent les activités humaines de récolte et d'extraction des ressources naturelles et les sujets A.1.7 et A.1.8 décrivent les utilisations sur place et les restructurations de l'environnement. La section A.2 comprend les variables décrivant les activités de production et de consommation qui portent atteinte à l'environnement. La description statistique de la production et de la consommation fait partie des statistiques économiques traditionnelles et n'est donc pas traitée plus avant ici. La liaison avec les statistiques du secteur économique sera établie en classant les sources de pollution par branche d'activité économique - par exemple selon la CITI ou d'autres classifications des activités privées et publiques utilisées en comptabilité nationale. Les déchets résiduels des activités de production et de consommation (section A.2.1) et l'application délibérée de produits biochimiques (section A.2.2) produisent des effets analogues sur l'environnement. Si ces deux sources de pollution sont traitées séparément dans les statistiques, c'est en partie parce que dans le deuxième cas, la source de polluants n'est pas localisée (eaux de ruissellement provenant des terres agricoles).

L'émission et le rejet de résidus dans les éléments sont les premières étapes de la pollution; elles sont suivies d'une concentration qui nuit à la qualité des éléments, expose les biotes (y compris les hommes) aux polluants et les contaminent, qui font apparaître des maladies et qui suscitent des mesures de lutte contre la pollution et de dépollution. Ces différents stades de la pollution sont décrits dans la présente section A.2 ainsi que dans les sections B.2, Qualité de l'environnement (y compris B.2.4 Qualité des biotes et des écosystèmes); B.3.1, Santé humaine et contamination; et C.2, Surveillance de la pollution et lutte contre la pollution. Les sujets statistiques de la présente section sont A.2.1, Emissions et rejets dans les éléments et A.2.2, Applications de produits biochimiques. Les émissions et rejets de déchets et la production de déchets solides (ramassage) sont traités dans les *Statistiques des établissements humains* à la section A.2.1, Emission et rejet de déchets parce que ces phénomènes se produisent principalement dans les zones urbaines.

A.2.1 Emissions et rejets dans les éléments

Plutôt que de mesurer les émissions ou rejets à la source, il est logique de se placer du point de vue du milieu ou de

l'écosystème récepteur qui sert de piège temporaire ou définitif pour les résidus, c'est-à-dire de mesurer la charge de ces milieux récepteurs. Considérer que l'environnement est un "piège" pour les déchets revient à considérer que ceux-ci sont assimilés et dégradés par dilution (eau), diffusion (atmosphère) ou décomposition (écosystèmes). Les charges sont attribuées aux divers milieux récepteurs en fonction de leurs caractéristiques physiques (gazeux, liquides ou solides) et non de leur composition chimique ou de leur toxicité. Ces distinctions n'ont pas beaucoup de sens du point de vue des processus d'assimilation des écosystèmes, mais sont utiles pour la gestion des différents milieux récepteurs. Toutefois, les agents de pollution atmosphérique retombent sur la terre et dans l'eau, les déchets solides sont lessivés et se déversent dans les systèmes hydrologiques et les déchets liquides se solidifient sur le fond des cours d'eau et des lacs. Le problème des charges de polluants tient donc autant aux cheminements qu'aux volumes des émissions et rejets.

La quantité de rejets est corrélée avec la concentration démographique et les activités de production et de consommation ainsi qu'avec les types de technologies utilisées. On peut estimer le volume des résidus rejetés en les mesurant directement aux points d'émission ou les estimer indirectement à partir des données sur les emplacements, la production et la consommation et la densité des ménages. Des statistiques des émissions peuvent être fournies directement par les entreprises et les municipalités dans le cadre d'enquêtes. A défaut, on peut estimer indirectement les émissions en déterminant des coefficients de pollution qui permettent de calculer la quantité de déchets à partir de la production de produits et de la consommation des ménages. Pour estimer les pollutions diffuses, la meilleure méthode est la modélisation. Par exemple, les produits chimiques lessivés dans les terres agricoles sont fonction des doses appliquées, des caractéristiques hydrogéologiques du terrain, des précipitations saisonnières, etc. D'autres sources diffuses d'agents polluants les eaux sont les retombées de polluants contenus dans l'atmosphère, le lessivage des décharges de déchets solides et des produits chimiques naturels solubles contenus dans les formations géologiques (par exemple les oxydes de mercure). Les chiffres des rejets bruts ainsi estimés doivent être ajustés pour tenir compte du traitement des eaux usées, du recyclage et des technologies minimisant les déchets afin d'obtenir des chiffres nets. Pour évaluer les contributions relatives des diverses sources de pollution, il est utile d'employer un dénominateur commun, par exemple la demande biologique en oxygène (DBO) ^{18/}.

A.2.1.1 Emissions et rejets dans les eaux intérieures

Dès l'époque des premiers établissements humains, les cours d'eau ont été utilisés pour se débarrasser des déchets humains et animaux. Sauf dans le cas de pollution localisée, on considèrerait que les filtres hydrologiques de la biosphère suffisaient pour dépolluer les résidus rejetés par les populations humaines. Aujourd'hui, l'ampleur même de ces résidus et la toxicité d'une bonne partie de leur contenu amènent à douter que l'environnement soit capable de les assimiler comme par le passé. Les variables identifiées ici permettent de décrire la corrélation entre l'activité humaine et la qualité de l'eau ainsi que les effets secondaires des eaux dégradées sur les écosystèmes aquatiques et la santé humaine. Ces données doivent être compatibles avec les données concernant l'eau indiquées pour d'autres sujets statistiques à la figure II, et doivent y renvoyer.

Variables	Classification	Observations
<u>Estimations directes des rejets</u>		
a. Ménages (t, DBO, m ³)	Bassin hydrographique Type de rejet	Mesure des effluents rejetés
b. Industries (t, DBO, m ³)	Bassin hydrographique Type de rejet, secteur industriel	Mesure des effluents rejetés
<u>Estimations indirectes des rejets</u>		
c. Ménages (t, m ³ , DBO)	Bassin hydrographique Agent polluant	Sur la base de la consommation des ménages
d. Production (t, m ³ , DBO)	Bassin hydrographique Agent polluant, secteur de production	Sur la base des coefficients de pollution
<u>Pollution diffuse</u>		
e. Agriculture (t, DBO)	Bassin hydrographique Agent polluant	Sur la base des coefficients de pollution et des pratiques agricoles
f. Pollution des eaux d'origine atmosphérique (t)	Bassin hydrographique Agent polluant	Y compris pluies acides
g. Pollution des eaux par le ruissellement (t)	Bassin hydrographique Agent polluant	Y compris lessivage des décharges de déchets solides

h. Pollution des eaux provenant des eaux (t, m ³)	Bassin hydrographique Agent polluant	Estimations de la charge en polluant amenée aux confluents et aux embouchures
---	---	---

A.2.1.2 Emissions et rejets dans les eaux de mer

On distingue les eaux de mer des eaux intérieures à cause de leur utilisation différente et parce que les océans sont le récepteur ultime de tous les matériaux solides. Les mers font partie de l'indivis mondial, mais étant donné la perspective nationale adoptée dans les statistiques de l'environnement, on pourra se référer soit aux eaux territoriales (12 miles) soit aux zones économiques exclusives (200 miles). Parmi les pollutions les plus importantes, certaines sont provoquées directement par les établissements urbains et industriels côtiers et d'autres sont charriées par les eaux provenant des bassins hydrographiques ou déposées par la sédimentation naturelle dans les deltas. La navigation et l'exploitation des gisements sous-marins de pétrole et de gaz dans les zones côtières ont créé de nouvelles menaces aux écosystèmes côtiers à cause des risques de marées noires et de déversements de produits chimiques. Le rejet en mer a été considéré comme un moyen commode de se débarrasser de ces substances nuisibles, de matériaux de dragage et de dégazage et d'ordures municipales. Des matériaux radioactifs ont été immergés en haute mer. La haute mer n'est en général pas soumise aux juridictions nationales mais elle a fait l'objet d'accords et de protocoles interdisant la pollution et les décharges. Les pays riverains des mers intérieures ou régionales telles que la Méditerranée ou la Mer des Caraïbes, tendent de plus en plus à constituer des agences internationales pour réglementer les rejets.^{19/}

Variables	Classification	Observations
a. Rejets des établissements côtiers (m ³ , DBO)	Système côtier Agent polluant	Estuaires, zones côtières, mangroves, plages touristiques
b. Rejets des industries côtières (m ³ , DBO)	Système côtier Agent polluant Industrie	Zones cotières, mangroves, plages touristiques
c. Décharges en mer (t),	Type de déchets	Traiter séparément décharges en haute mer et décharges près des côtes
d. Marées noires et déversements de produits chimiques	Ecosystème marin	Pétroliers, forage en mer, pipelines

e. Charge provenant des bassins hydrographiques (t)	Ecosystème marin	Traiter séparément les sédiments des charges chimiques
--	------------------	--

A.2.1.3 Décharges terrestres

Les statistiques de la production de déchets solides ramassés par les municipalités, sont traitées dans *Statistiques des établissements humains*, ramassage des déchets solides. Le sujet statistique A.2.1.d concerne l'utilisation de décharges terrestres pour les déchets solides. Les considérations importantes sont l'emplacement, la taille et le contenu des décharges municipales et industrielles, la gestion des lieux de stockage de déchets dangereux (par exemple matières radioactives et produits chimiques toxiques) et les rebuts abandonnés dans la nature (plastiques, polystyrène, pneus qui s'accumulent sur le fond et les berges des cours d'eau, décharges villageoises, cimetières de voitures, décombres abandonnés dans les zones isolées.^{20/}

Les terrils produits par les mines créent des problèmes particulièrement graves tels que risques de glissements de terrain et envasement des cours d'eau. Le matériel de fouille, qu'il s'agisse du sol superficiel ou de la roche mère, est généralement inerte et peut être utilisé pour combler les mines une fois qu'elles sont épuisées. Le sol superficiel est parfois conservé en vue d'une restauration ultérieure. Les nuisances provoquées par les déchets solides ne se limitent pas à leur effet local: les agents polluants qu'ils contiennent sont lessivés et contaminent les zones voisines, les animaux sauvages qui mangent les ordures s'empoisonnent, la saleté provoque des maladies. Les décharges de produits dangereux sont particulièrement inquiétantes à cause des risques qu'elles créent pour les établissements humains et les écosystèmes vulnérables, surtout au cas où des produits s'en échapperaient à la suite de catastrophes naturelles telles que tremblements de terre, inondations ou glissements de terrain. Le recyclage pour réduire les problèmes de l'évacuation des déchets sans danger pour l'environnement est traité dans les *Statistiques des établissements humains* (C.2.3.b, Réutilisation et recyclage des déchets solides) et est aussi compris dans les réactions des gouvernements et du public à la pollution, aux sections C.2.4 et C.4.

Les données sur l'évacuation non organisée des déchets (quantité, contenu, méthode d'évacuation, recyclage) peuvent être obtenues au moyen d'enquêtes sur les ménages, sur l'agriculture

et sur les petites industries. Les données sur les systèmes organisés d'évacuation sont en généralement rassemblées au moyen d'enquêtes sur les municipalités et les entreprises gestionnaires des décharges. Les rebuts abandonnés dans la nature sont plutôt un désagrément qu'un risque; mais s'ils ne sont pas biodégradables, ils s'accumulent et risquent de créer des problèmes particuliers dans les zones reculées. Des données à leur sujet peuvent être obtenues par l'interprétation des images de télédétection ou par des sondages, ou encore au moyen de modèles de génération des déchets basés sur la répartition spatiale des activités de production et de consommation.

Variables	Classification	Observations
a. Décharges de déchets (t)	Type de site Contenu	Libre ou contrôlée, incinérateur municipal, industriel
b. Déchets dangereux (t)	Technique d'évacuation Contenu	Enfouissement, incinération
c. Evacuation non organisée des déchets (t)	Technique d'évacuation Contenu	Enquêtes sur les ménages et sur les villages et sondage sur les déchets abandonnés dans la nature
d. Production de déchets minéraux (t)	Type de déchets Type de mine	Production annuelle et accumulation de déchets sur terre et sous terre

A.2.1.4 Emissions et propagation à longue distance des polluants atmosphériques (EPLD)

Les émissions et la propagation à longue distance des polluants atmosphériques (EPLD) sont responsables de l'acidification des lacs, des cours d'eau et des sols ainsi que du dépérissement des forêts. Contrairement à la pollution urbaine, qui intéresse principalement les établissements humains et leurs environs (voir B.2.1, Concentrations ambiantes de polluants et de déchets dans *Statistiques des établissements humains*), la propagation à long distance et les retombées se situent surtout dans des zones inhabitées; c'est pourquoi elles sont traitées ici. Le problème a des dimensions internationales qui ont inspiré des programmes et protocoles visant à réduire cette importante nuisance écologique. Le Programme des Nations Unies pour l'environnement et la Commission économique pour l'Europe ont établi un système de surveillance des EPLD. Des statistiques des principales sources d'émissions acides dans

l'atmosphère doivent être reliées aux statistiques des retombées solides et liquides sur les eaux ou les terres (Cf. B.2.2.1 Qualité des eaux intérieures et B.2.3, Qualité du sol et des terres). Ces données peuvent alors être mises en relation avec le taux de variation de l'acidité des eaux et des sols. Elles seront ensuite combinées avec les informations relatives au pouvoir tampon des sols et des eaux (alcalinité), aux données météorologiques (bassins atmosphériques) et aux observations de la faune et de la flore dans une modélisation des pluies acides qui permet d'estimer les dégâts et de prédire l'évolution future. Les effets des dépôts acides doivent être corrélés à la qualité et aux variations éventuelles des populations de faune et de flore et des écosystèmes (voir B.1.1. Ressources biologiques et B.2.4 Qualité des biotes et des écosystèmes).

Les EPLD sont étroitement liées aux phénomènes météorologiques, qui conditionnent le cheminement entre zones sources et zones réceptrices. La propagation est en générale transfrontière, continentale ou mondiale. Les principales sources d'acide sulfurique imputables aux activités humaines sont les centres d'industries lourdes telles que les grandes fonderies de métaux non ferreux, les centrales thermiques et la combustion de charbon pour le chauffage domestique. Les émissions des chaudières domestiques se situent plus près du sol et ont donc un effet plus localisé que celles des hautes cheminées des usines. Une source importante d'oxydes d'azote (NO_x) est la combustion des hydrocarbures dans les moteurs à combustion interne. Les éruptions volcaniques, les grands incendies de forêt et les feux de prairie sont des causes naturelles d'acidification des précipitations.

Les données relatives à l'émission et au dépôt des polluants propagés à longue distance peuvent être obtenues dans diverses sources, notamment les séries chronologiques de statistiques de la production, de la consommation de combustible, des transports et des événements naturels. Ces données doivent être complétées par des paramètres technologiques (rendement des combustibles, équipement anti-pollution), ainsi que par des données météorologiques. Comme la propagation se fait à travers les frontières, il faut aussi obtenir des données de pays étrangers.

A.2.2 Applications de produits biochimiques

Les statistiques de la consommation de produits biochimiques rendent compte des quantités d'engrais utilisés pour enrichir les sols et de pesticides utilisés pour protéger les végétaux et les animaux contre les maladies. D'autres produits chimiques accélèrent la croissance des organismes vivants et conservent ou

Variables	Classification	Observations
a. Sources nationales d'EPLD (t)	Type de source	Ménages, transport, sources naturelles (feux, volcans)
b. Sources transfrontières d'EPLD (t)	Type de source	Préciser le pays

améliorent la qualité et l'apparence des produits biologiques. La diffusion des produits biochimiques dans les systèmes cycliques et la concentration de contaminants dans les eaux, la terre et les organismes vivants (par la "chaîne alimentaire") a des effets sur l'environnement (B2; B3). On observe des concentrations croissantes d'azote et de phosphore provenant des engrais chimiques dans les cours d'eau et l'eau potable (B.2.2.). Des résidus de pesticides sont détectés dans des aliments destinés à la consommation humaine ainsi que dans les tissus animaux (B.3.1, B.2.4.1). Les réactions à ces problèmes consistent en partie à surveiller la contamination des aliments (C.2.1), contrôler l'emploi des produits biochimiques (C.2.2), évaluer leurs coûts et bénéfices, mettre au point des produits moins toxiques ou plus biodégradables (C.4.1) et en partie à revenir à des méthodes plus naturelles pour maintenir la fertilité du sol et combattre les ravageurs (par exemple l'utilisation des prédateurs naturels) (C.1.2).

Les variables identifiées pour ce sujet sont destinées à permettre l'analyse spatiale des applications et de la diffusion de produits biochimiques. D'où la nécessité d'identifier chaque fois que possible les coordonnées géographiques des lieux d'application pour pouvoir les regrouper par bassins hydrographiques et écozones. La consommation de produits biochimiques doit si possible être mesurée en termes d'agents actifs. Les engrais contiennent généralement des proportions fixes d'éléments fertilisants, potasse (K), phosphore (P) et azote (N). La composition chimique des pesticides est généralement plus complexe, et c'est généralement par la marque commerciale sous laquelle ils sont vendus et non par leur formule chimique qu'ils sont connus. Il faut donc établir la relation entre les propriétés chimiques et les noms de marque. Les pesticides peuvent être classés selon leur utilisation - insecticides, herbicides, fongicides - ou selon leur structure chimique - organochlorés, organophosphorés, carbonates, etc.

Au niveau international, divers efforts sont en cours pour diffuser des informations sur les produits dangereux pour la santé et l'environnement. La liste des produits dont la

consommation et la vente sont interdites, limitées ou non approuvées par les gouvernements est un exemple de l'effort permanent que fait l'Organisation des Nations Unies pour fournir ces informations. Cette liste, établie conjointement par le Secrétariat des Nations Unies et d'autres organismes spécialisés est un outil qui aide les gouvernements à se tenir au courant des règlements adoptés par d'autres gouvernements et à étudier les mesures qu'ils pourraient prendre eux-mêmes: elle complète et regroupe les informations émanant de toutes les parties du système des Nations Unies, y compris le Registre international des substances chimiques potentiellement toxiques du Programme des Nations Unies pour l'environnement.

Les données relatives à la production et au commerce des produits biochimiques industriels peuvent être obtenues au moyen d'enquêtes sur les établissements internationaux et des statistiques du commerce international. Les données relatives à l'application de produits biochimiques sur terre peuvent être obtenues au moyen d'enquêtes sur les usagers (agriculteurs, forestiers, autorités sanitaires) et, indirectement, en s'adressant aux grossistes et aux fournisseurs des administrations. Dans les enquêtes sur les utilisations des produits biochimiques, on s'efforcera d'identifier les agents actifs, les superficies traitées et les quantités appliquées, les méthodes d'application, de relever des données sur l'utilisation d'engrais organiques et des méthodes biologiques de lutte contre les maladies et les ravageurs. La variable la plus utile est la quantité d'agents actifs mais dans certains cas, les données ne sont disponibles qu'en termes monétaires.

Les variables indiquées dans le tableau ci-après sont les quantités de produits biochimiques appliquées par superficie traitée et dose (par exemple kilogrammes par hectare), les quantités disponibles dans le pays et les méthodes d'application. L'importance de la méthode d'application tient essentiellement à la diffusion, que peuvent provoquer par exemple les pulvérisations aériennes, et qui risque de créer des dangers pour l'homme. Les quantités disponibles dans un pays sont calculées à partir des agrégats nationaux de la production, dont les chiffres sont faciles à trouver. La figure III donne un exemple de série chronologique des disponibilités nationales des trois types d'engrais qui montre un danger de dégradation de la qualité des sols et des eaux.

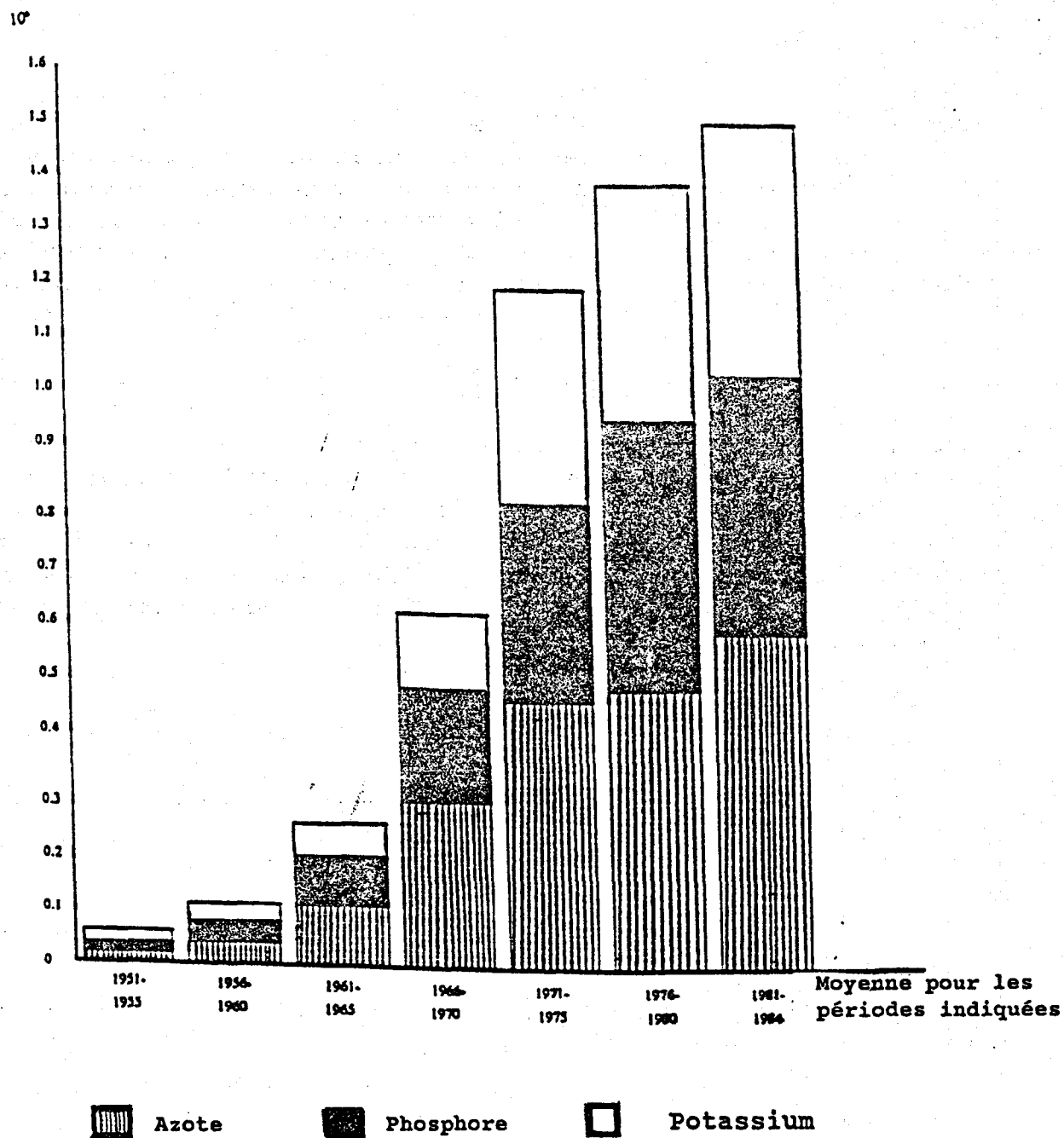
Variables	Classification	Observations
<u>Application</u>		
a. Engrais organiques (t, km ² , kg/ha)	Type d'engrais	Fumier, résidus agricoles, etc.
b. Engrais chimiques (t, km ² , kg/ha)	Type d'engrais	Indiquer taux de concentration des agents actifs
c. Pesticides (l, t, km ²)	Type de pesticide	Y compris protection des populations et du bétail (par exemple contre le paludisme)
d. Méthode d'application (kg/km ²)	Type de méthode	aérienne, manuelle, mécanisée
<u>Disponibilités/dépôts</u>		
e. Production de produits biochimiques (t, \$)	Type de produits biochimiques	Classer par agent actif
f. Import/export de produits biochimiques (t, \$)	Type de produits biochimiques	Consommation apparente a/
g. Utilisation de produits biochimiques (t, \$)	Type de produits biochimiques par secteur économique	Agriculture, foresterie, santé publique, etc.

a/ Consommation apparente = production + importations - exportations

A.3 EVENEMENTS NATURELS

Le sujet statistique "Événements naturels" du CDSE contient les variables relatives aux activités non humaines, ou phénomènes naturels, qui portent atteinte à la production, à la consommation et au bien-être des populations humaines ainsi qu'à l'environnement. Il existe un effet de synergie entre ces événements naturels et l'impact des activités humaines sur l'environnement. Par exemple, les mauvaises pratiques d'utilisation des terres, surtout dans l'agriculture, pendant des périodes de sécheresse, peuvent entraîner la désertification; la construction d'établissements humains dans des zones vulnérables ou sismiques provoque des destructions et des pertes de vies humaines. Le changement du climat mondial (effet de serre) qui préoccupe aujourd'hui la communauté internationale invite à réfléchir sur les effets que l'activité humaine peut exercer sur les processus naturels. L'histoire ne compte pas les exodes, les villes abandonnées et les civilisations disparues à la suite de

Figure III. Disponibilités d'engrais en Hongrie, 1951-1984



Source: Központi Statisztikai Hivatal *A Környezet állapota és védelme*
(Budapest, 1986)

phénomènes naturels. Les sécheresses prolongées, les inondations, tremblements de terre et éruptions volcaniques catastrophiques peuvent avoir pour les hommes des effets comparables à ceux des guerres ou des épidémies.

Il ne faut pas confondre catastrophes naturelles et fluctuations anormales du climat. Mais comment définir les fluctuations "normales"? Des écarts "normaux" du point de vue météorologique peuvent donner lieu à des phénomènes anormaux sur le plan socio-économique. La sécheresse qui a ravagé le Sahel pendant les années 70 en est un bon exemple.^{21/} Il a été suggéré d'établir des registres des catastrophes naturelles recensant la fréquence, l'emplacement, la gravité et les effets sur l'homme et sur l'environnement des événements géologiques, atmosphériques, hydrologiques ou biologiques graves. Par événement biologique grave, on entend des épidémies ou infestations massives frappant des espèces vivantes. Les effets des catastrophes naturelles ou dues aux activités humaines sur les établissements et le bien-être humains sont décrits dans *Statistiques des établissements humains* (B.3.2, Dégâts et accidents liés à l'habitat) D'autres effets des catastrophes sont décrits à la section B.3.2, Effets des catastrophes écologiques.^{22/}

Les registres des catastrophes naturelles recensent des phénomènes qui ressortissent à différents systèmes, à savoir:

- a) Physique et géologie - tremblements de terre, éruptions volcaniques, raz de marée (tsunamis), glissements de terrain, avalanches;
- b) Atmosphère - vent (ouragans, tornades), tempêtes de neige, feux;
- c) hydrologie - inondations;
- d) dynamique des populations - pullulations (infestations d'insectes par exemple) et épidémies.

Les données à inscrire dans le registre des catastrophes naturelles peuvent être obtenues auprès des organismes publics responsables de la prévention et des secours. Les organes de presse, les services de météorologie, les compagnies d'assurances et les administrations locales peuvent aussi fournir des données. L'analyse des données météorologiques donne des renseignements sur les fluctuations extrêmes. On peut aussi utiliser les images satellitaires par exemple pour évaluer l'étendue des zones frappées par la sécheresse.

Les variables identifiées dans le tableau ci-après décrivent l'ampleur et l'intensité des événements naturels, classés selon qu'ils sont d'origine météorologique (ou hydrologique), géologique ou biologique. La faune et la flore sauvages se sont généralement adaptées aux fluctuations d'amplitude normale, mais des conditions extrêmes peuvent menacer leur survie. Des écosystèmes entiers peuvent ainsi être détruits pour longtemps et parfois de façon irréversible. Il arrive que la résistance des écosystèmes aux phénomènes naturels ait été amoindrie par les activités humaines, par exemple quand celles-ci ont entraîné une réduction de la taille et de la diversité des habitats naturels ou une dégradation des écosystèmes (Cf. sections B.1.1 et B.2.4). Ces variables sont très importantes pour l'analyse géographique de la production biologique et de l'état de l'environnement. D'où l'utilité de bases de données cartographiques informatisées. Diverses critères peuvent être utilisés pour déterminer la gravité des événements (zones gravement touchées, modérément touchées, légèrement touchées ou indemnes). D'autres variables, par exemple la production agricole, peuvent être superposées sur les cartes afin d'établir les corrélations spatiales entre événements naturels et production biologique.

Variables	Classification	Observations
<u>Risques météorologiques</u>		
a. Précipitations, écart par rapport à la moyenne (mm, km ²)	Géographique	Y compris zones frappées par des inondations ou des sécheresses
b. Température, écart par rapport à la moyenne (°C, km ²)	Géographique	Y compris zones où les conditions de vie ou les cultures ont souffert de chaleurs ou froids anormaux pour la saison
c. Couverture nuageuse, écart par rapport à la moyenne (h, km ²)	Géographique	Y compris zones où les cultures, le tourisme, etc. ont souffert d'un manque anormal d'ensoleillement
d. Vents (km/h, km ²)	Géographique	Ouragans, tornades, tempêtes de neige. Indiquer vitesse, durée, zones touchées
e. Incendies (jours, km ²)	Géographique Cause	Causés par l'homme, la foudre, autres causes; indiquer zone touchée et durée

Risques géologiques

f. Tremblements de terre et éruptions volcaniques (degré Richter, km ² , h)	Géographique	Zone touchée, durée, etc.
g. Raz-de-marée (m, h, km ²)	Géographique	Hauteur, durée, zone touchée, etc.
h. Glissements de terrain, avalanches (km ²)	Géographique	Zone touchée

Risques biologiques

i. Infestations d'insectes (km ² , jours)	Géographique Type d'infestation	Zone touchée, durée
j. Epidémies (nombre, km ² , jours)	Géographique	Indiquer nombre de biotes infestés, zone touchée et durée

**B. INCIDENCES DES ACTIVITES ET DES EVENEMENTS
SUR L'ENVIRONNEMENT**

Les variables nécessaires pour décrire l'effet des activités humaines et naturelles sur l'environnement présentées ci-dessous sont réparties en trois catégories: variations des ressources naturelles (B.1), variations de la qualité de l'environnement (B.2) et effets induits sur la santé et le bien-être humains (B.3). Dans les ressources naturelles, on distingue les ressources biologiques (B.1.1.) et les ressources cycliques et non renouvelables (B.1.2). Les indicateurs de qualité se réfèrent d'une part à l'air, à l'eau et aux sols (B.2.1, B.2.2 et B.2.3) et d'autre part aux biotes et aux écosystèmes (B.2.4). Enfin les effets de la pollution et des événements naturels sur la santé et le bien-être sont décrits dans la section B.3. Les sujets statistiques relatifs à la pollution atmosphérique et à la qualité de la vie dans les établissements humains et les effets des catastrophes naturelles sur ces établissements et sur le bien-être sont traités dans les *Statistiques des établissements humains* aux sections B.2, Etat des ressources nécessaires à la vie et B.3, Santé et bien-être des populations dans les établissements humains.

Les séries chronologiques des effets sur l'environnement dans les zones géographiques pertinentes constituent l'essentiel des bases de données nécessaires pour surveiller l'état de l'environnement. Pour les statistiques socio-économiques,

l'analyse des séries chronologiques et, dans une moindre mesure, leur agrégation par région, sont déjà des pratiques classiques; c'est beaucoup moins vrai dans le domaine tout nouveau des statistiques de l'environnement. On manque en effet de données permettant d'interpréter valablement les tendances à l'échelle régionale. Les nouvelles techniques de cartographie informatisée (ou systèmes d'information géographique) ont beaucoup amélioré les capacités d'analyse géographique, mais ces techniques, en définitive, ne valent pas plus que les données qu'elles utilisent.

Les données relatives à la qualité de l'environnement sont souvent qualifiées de peu scientifiques parce que des données relevées dans des emplacements ponctuels sont extrapolées à de vastes zones et des situations complexes sont ramenées à des variables ou indicateurs "représentatifs". Les indicateurs qui peuvent être considérés comme des symptômes de mauvaise santé de l'environnement (c'est-à-dire d'une capacité de charge biologique réduite) sont particulièrement importants. Ce sont des signaux d'alerte: ainsi les pertes de sol font présager une réduction des rendements agricoles, l'apparition ou la disparition de certaines espèces dans un écosystème est un premier indice d'altération de l'état du système. L'interprétation des données est souvent incertaine parce que les relations ne sont pas linéaires; il s'agit plutôt de fluctuations erratiques suivies d'un effondrement soudain, et il est difficile d'établir les relations de cause à effet. La surveillance de l'environnement est la principale méthode utilisée. De gros efforts ont été déployés pour mettre au point de bons systèmes de surveillance. Mais les sondages fins coûtent cher. La section C.2.1 présente des critères de choix des renseignements à inclure dans un système de surveillance.

B.1 REDUCTIONS ET ACCROISSEMENTS DES RESSOURCES

La Commission mondiale pour l'environnement et le développement a souligné l'urgence d'une gestion durable des ressources et d'une coopération internationale pour préserver l'indivis mondial.^{6/} Les terres agricoles abandonnées, la disparition de biotes supérieurs au profit de biotes inférieurs, la disparition de stocks halieutiques et la désertification et la déforestation galopantes sont autant de preuves que les ressources ne sont pas gérées de façon viable. La durabilité implique un équilibre à long terme des ressources renouvelables et le remplacement ou la substitution des ressources non renouvelables. Les variables à inclure dans un système d'information en vue d'une gestion durable des ressources (et, en définitive, pour les besoins des politiques de développement)

sont présentées dans la section B.1. L'accent est mis sur les accroissements et réductions des stocks de ressources biologiques et de ressources en eaux, sols et minéraux. Ces données doivent autant que possible être compatibles avec celles des bases de données sur les stocks présentées dans la section D pour permettre une présentation homogène des variations des stocks à divers moments et du volume total des stocks ou réserves dans les systèmes de comptabilité des ressources physiques (Cf. annexe I).

B.1.1 Ressources biologiques

L'épuisement des ressources biologiques est dû en partie aux activités de récolte et en partie à la mortalité naturelle. Cette dernière représente un appauvrissement biologique qui ne tient pas aux extractions opérées par l'homme pour satisfaire ses besoins (aliments, fibres, combustibles etc.). Du point de vue de l'environnement, la quantité à mesurer est celle de la réduction brute de la biomasse, car il faut tenir compte de la récolte naturelle (affouragement) et de la mortalité naturelle (maladies, phénomènes météorologiques, prédation). A ces causes naturelles d'appauvrissement peuvent s'ajouter les précipitations acides.

On parle de surexploitation quand le rythme d'extraction est supérieur à celui de la régénération naturelle. Ce concept est généralement appliqué aux ressources du domaine public telles que forêts tropicales, stocks halieutiques ou faune sauvage. Mais il peut s'étendre aux systèmes artificiels de production biologique tels que l'agriculture ou les plantations forestières quand la récolte ou extraction est si intensive que la capacité de production du site en est réduite pour les récoltes ultérieures. Ce problème tient en partie à la dynamique complexe des cycles des nutriments naturels et artificiels et à la dégradation des sols, des eaux et des micro-organismes. Les systèmes modernes de production à haut rendement n'existent que depuis une cinquantaine d'années. L'apport constant de "subventions" sous forme d'engrais, de pesticides et de technologies permettra-t-il de les maintenir indéfiniment? Une autre cause d'appauvrissement des ressources biologiques, de plus en plus inquiétante, est la concurrence entre la flore et la faune sauvages d'une part et les habitats humains et les utilisations des sols qui en sont le corollaire de l'autre. Ces appauvrissements peuvent être considérés comme permanents quand par exemple des terres forestières sont défrichées pour l'agriculture. Les pertes de

ressources biologiques provoquées par la pollution ou les contaminations chimiques sont un autre facteur à prendre en considération; elles sont classées dans la section B.2.4.1, Qualité des biotes.

Dans la régénération naturelle de la faune et de la flore, on observe des séquences particulières, ou successions, qui sont conditionnées par la capacité de régénération des espèces, les relations prédateurs-proies, la capacité de charge de l'environnement et l'existence de seuils de population (en deçà d'un certain seuil, les populations sont condamnées à disparaître). Un autre facteur important est l'adaptabilité de la faune et de la flore sauvages. De plus en plus d'animaux sauvages se sont adaptés à vivre au contact de l'homme (par exemple en se nourrissant d'ordures).

Deux méthodes peuvent être utilisées pour les bases de données sur l'appauvrissement ou l'enrichissement des stocks de ressources biologiques. Quand les accroissements et réductions sont enregistrés séparément, comme pour le cheptel, on peut distinguer la production nette de la production brute et surveiller les variations des stocks au moyen d'enquêtes statistiques sur l'agriculture, les forêts et la pêche (Cf. sections A.1.1 à A.1.4). L'autre méthode consiste à comparer les chiffres estimatifs des stocks de début et de fin de période (Cf. sections D.1, Ressources biologiques). Les populations d'animaux sauvages peuvent être estimées au moyen de modèles faisant intervenir les cycles biologiques et les taux de survie, ou d'observations aériennes et terrestres. On peut aussi utiliser les données de télédétection, en particulier pour estimer les superficies colonisées ou abandonnées par la végétation. On notera que, sauf peut-être dans le cas de l'agriculture, les variations annuelles des stocks de ressources biologiques ne sont pas très intéressantes étant donné la longue période de gestation des phénomènes et l'importante marge d'erreur dont sont entachées les données. Pour mesurer les variations des stocks de ressources biologiques, il est de bonne règle d'utiliser des périodes de cinq ou dix ans.

B.1.1.1 Ressources agricoles

Les ressources biologiques du secteur agricole sont le cheptel et les cultures. Contrairement à la vie sauvage, qui s'est développée par un processus d'évolution naturelle, les ressources agro-biologiques ont été sélectionnées, améliorées et ont fait l'objet de manipulations génétiques pour répondre aux besoins de l'humanité (Cf. section A.1.1, Agriculture). L'agriculture moderne est de plus en plus caractérisée par le

changement rapide de la composition des stocks biologiques, qui est stimulé par les prix des produits, par les politiques des gouvernements et par la révolution scientifique. La science a créé de nouveaux cultivars et des races d'animaux hybrides; l'économie a entraîné des modifications de la structure de la production, en général dans le sens d'une spécialisation croissante.

Les variables du tableau ci-après complètent les données de la section D.1.1 par des mesures de la biomasse et des superficies sous cultures.^{23/} On met l'accent sur les variations à long terme pour effacer les fluctuations annuelles dues aux conditions météorologiques ou à des anomalies statistiques.

Variables	Classification	Observations
a. Variation nette de la superficie (km ²)	Type de culture	Renvoie aux données sur les stocks de la section D.1.1.1
b. Variation de la biomasse des cultures annuelles (t)	Géographique	Indicateur brut de la variation du stock de cultures
c. Variation (nette) du cheptel (nombre)	Type d'animaux	Recrutement moins mortalité
d. Variation (nette) de la superficie des plantations (km ²)	Type de plante	Nouvelles plantations moins plantations détruites

B.1.1.2 Ressources forestières

Les variations des stocks forestiers peuvent être envisagées sous l'angle de la composition spécifique, de la productivité naturelle et de la productivité marchande. La récolte d'essences particulières et les utilisations "sur place" des forêts sont décrites ci-dessus dans la section A.1.2, Forêts. Les variations des stocks de terres forestières décrites dans la présente section doivent figurer dans la base de donnée qui sert à analyser le type, l'âge et la productivité des forêts ainsi que les accroissements ou réductions des superficies consacrées à la forêt. Les variables identifiées dans le tableau ci-après sont complémentaires de celles de la section D.1.2.1 sur les inventaires forestiers. Les variations nettes de la superficie et de la biomasse forestières peuvent être considérées comme des indicateurs du rythme de déforestation.

Les variations nettes de la biomasse forestière sont estimées directement par la différence entre les réductions de

biomasse (extraction + pertes dues à des causes naturelles) et la régénération. Les taux de croissance seront plus élevés dans un terrain doté de sols riches, d'une longue saison végétative et de suffisamment d'eau que dans un terrain moins favorisé. Malheureusement, sauf pour les plantations, il n'y a généralement pas de données suffisantes sur la qualité de la station et on en est réduit à utiliser des moyennes très approximatives pour représenter les conditions édaphiques et climatiques. Les services des forêts utilisent en général des modèles de régénération pour déterminer la "possibilité". Faute de données sur les variations de la biomasse forestière, on peut comparer des images de télédétection de périodes différentes. La variation nette peut en général être calculée à partir de la base de données décrite dans la section A.1.2.1, Récolte, pertes naturelles et régénération.

Variables	Classification	Observations
a. Variation nette de la composition par âges et par essences (nombre, km ²)	Type de forêt	Ecotype
b. Variation nette de la biomasse forestière (t)	Géographique	Indicateur de la variation de la densité du couvert forestier
c. Variation nette des peuplements de bois marchand (m ³ , km ²)	Type de bois	Indicateur de la durabilité
d. Variation nette de la superficie des forêts (km ²)	Type de forêt	Indicateur de boisement
e. Variation nette de la superficie des forêts (km ²)	Type de forêt	Indicateur du taux de remplacement des peuplements naturels par des plantations

B.1.1.3 Ressources halieutiques

Des indicateurs de la variation nette des stocks halieutiques peuvent être calculés à partir des statistiques des captures (Cf. section A.1.4.1) et à partir de modèles de dynamique des populations de poissons (Cf. D.1.3 Stocks halieutiques). Les données du tableau ci-après sont essentiellement des estimations faites par les biologistes spécialistes des organismes aquatiques des eaux douces et des eaux de mer pour calculer les quotas correspondant à un rendement équilibré. Pour ces calculs, il faut des informations sur les paramètres naturels tels que courants, températures, nutriments disponibles, relation prédateur/proie (par exemple consommation de poissons par les phoques et les oiseaux) et vecteurs de

maladies. Etant donné les problèmes que posent ces calculs, leurs résultats ne doivent être considérés que comme des estimations très approximatives de la variation globale des populations de poissons.

Variables	Classification	Observations
a. Variation nette des populations de poisson (t)	Type d'espèces de poisson <u>a/</u>	Indicateur de durabilité
b. Variation nette des populations de poissons d'eau douce (t)	Type d'espèces de poisson <u>a/</u>	Indicateur de durabilité
c. Variation nette des populations d'invertébrés aquatiques (t)	Type d'espèces de poisson <u>a/</u>	Indicateur de durabilité
d. Variation nette des populations de poissons d'élevage (t)	Type d'espèces de poisson <u>a/</u>	Indicateur du développement de l'aquaculture

a/ Voir classification internationale type de la FAO des animaux et plantes aquatiques dans *FAO, Annuaire de statistiques des pêches 1989: Captures et quantités débarquées*, vol. 68 (Rome, FAO).

B.1.1.4 Faune et flore

La modification des stocks de faune et flore "sauvages" est mesurée au moyen d'estimations des populations ou des habitats. Il est très difficile d'estimer les populations d'animaux sauvages, qui échappent le plus souvent à l'observation, à l'exception des troupeaux en terrain ouvert et des espèces aménagées à des fins cynégétiques (par exemple les canards). Le souci de protéger les espèces menacées a suscité une intensification des efforts en vue d'évaluer les populations menacées. Les modifications de l'étendue de l'habitat sont généralement plus faciles à connaître, car elles peuvent être estimées sur la base des endroits où les animaux sont observés et de la fréquence des observations. L'introduction et la multiplication d'espèces exotiques a beaucoup d'influence sur la stabilité des écosystèmes ainsi que la croissance contrôlée des populations en l'absence de facteurs naturels qui la freinent (par exemple relation prédateur/proie). Les données du tableau ci-après peuvent donner l'alerte en cas de risque d'appauvrissement grave ou d'extinction d'une espèce. Elles peuvent être aussi considérées comme faisant partie d'un système de comptabilité des espèces si on les rapproche des données sur les stocks figurant dans la section D.1.4. Chasse et capture, qui peuvent être de graves menaces pour certaines espèces, sont décrites ci-dessus à la section A.1.3.

Variables	Classification	Observations
a. Variation nette de l'habitat et de la population de certaines espèces de flore sauvage (nombre, km ²)	Type d'espèces <u>a/</u>	Indicateur des espèces menacées
b. Variation nette des habitats des populations de gros mammifères (nombre, km ²)	Type d'espèces <u>a/</u>	Indicateur des espèces menacées y compris les mammifères aquatiques
c. Variation nette des habitats et des populations de certains petits mammifères (nombre, km ²)	Type d'espèces <u>a/</u>	Indicateur des espèces menacées
d. Variation nette des habitats et des populations d'oiseaux (nombre, km ²)	Type d'espèces <u>a/</u>	Indicateur des espèces menacées
e. Variation nette des habitats des populations d'organismes aquatiques (nombre, km ²)	Type d'espèces <u>a/</u>	Indicateur des espèces menacées

a/ Voir Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources, Livre rouge et projet CEE de cadre international type à utiliser pour l'établissement des statistiques de la faune, de la flore et de leurs habitats (CES/548/Add.4/Rev.1).

B.1.2 Ressources cycliques et non renouvelables

Les stocks de ressources naturelles peuvent être considérés comme des stocks en cours ou comme du capital. D'où la distinction entre ressources épuisables, ressources biologiques (renouvelables sous certaines conditions) et ressources cycliques (renouvelables). Les ressources cycliques sont conditionnées par des cycles de l'air, de l'eau et de la lithosphère, encore que dans ce dernier cas il s'agisse de cycles et d'ères géologiques et non de cycles diurnes ou saisonniers. Bien que ces ressources puissent paraître indestructibles, elles peuvent se dégrader au point de ne plus pouvoir fonctionner comme moyens de production. Le présent sujet statistique concerne donc les gains ou pertes de capacité de production des stocks d'eau, de terre, de sols et du capital que constituent les ressources minérales du sous-sol. Le quatrième grand système cyclique, l'atmosphère, ne se prête pas à ce type de comptabilité quantitative sauf peut-être à l'échelle planétaire.²⁴⁷

La principale source de données sur les variations des stocks de ressources hydriques sont les enquêtes hydrologiques et les offices de bassins. Les autorités responsables de l'irrigation et les ministères de l'agriculture détiennent des

données sur les bilans d'eau dans l'agriculture. Les données sur l'eau disponible pour les populations urbaines peuvent être obtenues au moyen d'enquêtes sur les usines de traitement des eaux. Les données relatives à la variation des stocks de sols peuvent être compilées à partir de plusieurs sources, dont les ministères de l'agriculture (par exemple programmes spéciaux de conservation des sols), les organismes d'études et de cartographie, les services de planification régionaux, les centres de télédétection, les ministères de l'environnement (par exemple pour estimer la durabilité). Les ministères des mines et de l'énergie ont en général des registres détaillés des réserves de minéraux et de combustibles fossiles et peuvent calculer des indices d'épuisement de certains types de minéraux et de combustibles fossiles en vue de la planification à long terme. Les agences internationales de l'énergie, les associations professionnelles du secteur des mines et des enquêtes sur les entreprises peuvent fournir d'autres données. Pour les chiffres de production, il existe de nombreuses sources, notamment les services de statistique.

B.1.2.1 Ressources en eau

Les variations quantitatives des ressources en eau douce peuvent être surveillées en relevant les modifications du niveau des eaux superficielles, les débits des cours d'eau et le niveau de la nappe. On peut évaluer le taux de renouvellement des réserves d'eau, avec à un extrême les torrents impétueux et à l'autre les eaux accumulés au cours des siècles dans les nappes aquifères et les glaciers. Les lacs et les réservoirs se situent entre ces deux extrêmes; le renouvellement s'étale sur plusieurs années. Le caractère renouvelable des ressources en eau est conditionné par les spécificités du cycle hydrologique et par le rythme des prélèvements opérés par l'homme. Les prélèvements dans certaines formations aquifères peuvent être assimilés à l'exploitation de mines. La variation du niveau de la nappe phréatique et le résultat net des prélèvements et des réalimentations, qui elles-mêmes dépendent de l'irrigation, du drainage et des précipitations (Cf. D.2.2, Climat). Dans les zones où l'eau manque, la sécurité hydrique est une préoccupation importante. Dans les zones où les précipitations sont très abondantes ou irrégulières, l'excès d'eau peut produire des sols gorgés d'eau et des terres inondées. La réaction à l'excès d'eau est le drainage ou le pompage et la redistribution des eaux des zones excédentaires aux zones déficitaires. La figure 2 ci-dessus donne un tableau des relations entre les différents sujets des statistiques de l'eau.

Outre les variables décrivant la variation des niveaux des eaux superficielles et des nappes phréatiques ainsi que des débits hydriques et l'épuisement des formations aquifères, les gains et pertes de capacité de stockage d'eau sont décrits dans le tableau ci-après. Il faut distinguer les variations globales des bilans d'eau de tout un bassin hydrographique qui peut s'étendre sur plusieurs pays, des variations locales des petits systèmes de stockage de l'eau tels que les citernes de villages ou les réservoirs urbains. Il faut aussi inclure la mesure de la capacité des réservoirs nouvellement construits et les pertes de

capacité dans les réservoirs anciens provoquées par les fuites, la sédimentation ou la discontinuité. Le développement des capacités de stockage est une des stratégies d'aménagement et de conservation des ressources adoptées en réaction aux menaces d'épuisement (Cf. C.1.2). Dans les zones excédentaires, le problème inverse peut se poser, à savoir la capacité de drainage des terres gorgées d'eau. Un autre domaine qui intéresse de plus en plus les hydrologistes est la variation saisonnière et séculaire des chutes de neige et de la capacité de stockage de l'eau dans les neiges éternelles et les glaciers. Les niveaux et les débits sont mesurés en termes d'écart par rapport à la moyenne. Les variations de la capacité de stockage sont mesurées en m^3 et le drainage en superficie drainée ou en volume d'eau évacué.

Variables	Classification	Observations
a. Variations du niveau moyen des eaux superficielles et souterraines (m)	Type de stockage Bassin hydrographique	Indicateur d'épuisement
b. Modifications du débit moyen des cours d'eau	Type de cours d'eau Bassin hydrographique	Cette variable est aussi utile pour évaluer la qualité de l'eau
c. Variations nettes de la capacité de stockage de l'eau (m^3)	Mode de stockage Bassin hydrographique	Y compris formations aquifères et réservoirs naturels ou construits par l'homme (au niveau local ou au niveau des bassins hydrographiques)
d. Nouvelles constructions et pertes de capacité de stockage (m^3)	Mode de stockage Bassin hydrographique	Y compris pertes de capacité dues à la sédimentation
e. Variations nettes des superficies drainées (km^2 , m^3)	But Bassin hydrographique	Y compris pompage de l'eau en dessous du niveau de la mer et drainage de terre à des fins agricoles

B.1.2.2 Sols et terres

Les pertes et gains de sols résultent des effets des cycles atmosphériques et hydrologiques naturels ainsi que des activités de l'homme. Deux types de processus sont particulièrement importants dans le présent contexte: les pertes des sols dues à l'érosion et les pertes et gains de sols dues aux modifications de l'utilisation des terres. On peut évaluer les modifications du capital foncier disponible pour des utilisations particulières à partir des statistiques de l'utilisation des sols proposées dans la section A.1.8.1. Dans la présente section, on propose une approche plus spécifique dans laquelle on distingue dans les changements d'utilisation des sols ceux qui transforment les zones productives en zones non productives de ceux qui font la transformation inverse. Par utilisation productive on entend ici

la production biologique ou "naturelle". Au contraire, du point de vue économique ou marchand, la transformation de terres agricoles en zones industrielles ou résidentielles peut être considérée comme un accroissement de la productivité. Les données de la présente section sont en relation avec celles des sections A.1.1.1, Production végétale et animale (labour), A.1.8.1, Variations de l'utilisation des sols et C.1.3, Restauration des environnements dégradés.

Pour obtenir des données sur l'érosion, on peut utiliser des parcelles échantillons calibrées par type de sol, pente, hauteur des précipitations, etc.; des mesures de la profondeur du sol effectuées à différentes époques; et le taux de sédimentation dans les rivières et cours d'eau. La charge solide des cours d'eau donne un indicateur approximatif du rythme d'érosion (par bassin hydrographique). Cela est particulièrement utile pour estimer les pertes provoquées par l'érosion dans le cours supérieur des rivières sous l'effet de la déforestation et de la mise en culture des versants en forte pente. Outre les estimations proprement dites de l'érosion, il est intéressant d'établir des cartes des risques d'érosion (Cf. D.2.3, Lithosphère).

Des données sur les accroissements et pertes de productivité biologique des terres peuvent être obtenues en surveillant les gains et pertes de superficies ci-après:

- a) pertes de terres agricoles pour l'urbanisation, l'industrialisation et les transports;
- b) pertes de terres agricoles par désertification;
- c) gains de terres agricoles par l'irrigation, le drainage des marécages, les travaux de défense et restauration des sols;
- d) pertes de terres forestières pour l'agriculture et vice-versa;
- e) pertes de terres agricoles laissées en friche;
- f) pertes de terres agricoles et forestières par le déboisement, les accidents dus à la pollution et d'autres événements naturels liés aux activités humaines;
- g) pertes de terres agricoles et forestières à la suite d'événements naturels tels que les coulées de lave, la montée du niveau des mers, la modification du cours des rivières.

Il est évidemment difficile de donner le chiffre précis des pertes et gains de sols. Mais l'objectif est de fournir des indicateurs approximatifs des grandes tendances de l'évolution de la productivité biologique des terres. On peut dans une certaine mesure établir des bilans des pertes et gains à partir

des bases de données présentées dans les sections A.1.1, Agriculture; A.1.8, Utilisation des sols et restructuration de l'environnement; A.3, Evénements naturels; D.1.1., Stocks agricoles et D.1.3, Lithosphère.

Variables	Classification	Observations
a. Pertes de sols productifs dues aux changements d'utilisation des terres (km ²)	Type de sols	Y compris pertes dues à l'urbanisation et la restructuration de l'environnement (par exemple barrages)
b. Pertes de sols productifs dues à l'érosion (km ² , t)	Type de sols	Estimés au moyen de modèles d'érosion ou à partir de mesures de la sédimentation
c. Gain et pertes de terres productives (km ²)	Type de sols Utilisation des sols	Bilans

B.1.2.3 Ressources minérales (y compris énergie)

Pour estimer les disponibilités (ou l'épuisement) des ressources non renouvelables, il faut prendre en considération trois facteurs: possibilité d'épuisement, incertitudes quant au volume des réserves et disponibilité économique (fonction du prix et de la technologie). Dans le cas des ressources non renouvelables, la réaction consiste à faire des économies d'énergie, à prospecter avec parcimonie les ressources épuisables et à utiliser au maximum les possibilités de recyclage (Cf. sections C.1.2 et C.4). Il serait trop simpliste de considérer qu'il existe une réserve fixe, subissant un taux annuel d'appauvrissement et condamné à s'épuiser au bout d'un certain nombre d'années. Il est plus réaliste de tenir compte de l'incertitude du volume des réserves, de l'augmentation des coûts de l'extraction qui résulte de la nécessité d'exploiter des réserves moins riches ou plus difficiles d'accès (encore que les progrès technologiques jouent en sens inverse), des possibilités de substitution et des découvertes de ressources nouvelles. Cependant, un indice approximatif de l'épuisement des réserves est suggéré dans le tableau ci-après. C'est le rapport entre la production cumulée et les réserves initiales, ces dernières étant mises à jour par l'addition des nouvelles découvertes et des corrections tenant compte des prix et des technologies. Il reste possible que cet indice d'épuisement diminue si les nouvelles découvertes ou les corrections apportées à l'estimation des réserves dépassent les extractions. Il est aussi possible de construire un indicateur de durée en divisant les réserves

restantes par la production annuelle.

Pour estimer le taux d'épuisement, on utilise les données ci-après:

a) Données sur les réserves (Cf. section D.2.4.1, Réserves minérales et section D.3.1.1, Réserve d'hydrocarbures et d'uranium);

b) Données sur les nouvelles découvertes (Cf. section A.1.5.1, Prospection minière et section A.1.6.1, Découverte, équipement et exploitation des gisements);

c) Données sur les révisions apportées à l'estimation des réserves (voir tableau ci-après);

d) Données sur la production annuelle (Cf. sections A.1.5.2, Production de minéraux et A.1.6.1, Découverte, valorisation et exploitation des sources d'énergie).

Ces bases de données qui permettent de constituer des agrégats des stocks et des variations des stocks entre le début et la fin de la période considérée sont utilisées pour la comptabilité des ressources naturelles (voir annexe I).

Variables	Classification	Observations
a. Réserves initiales (t, baril, m ³)	Type de réserve	Réserves accumulées, révisées annuellement
b. Production cumulée (t, baril, m ³)	Type de réserve	Σ (e) (somme de la production de toutes les années depuis le début de l'exploitation)
c. Réserves restantes (t, baril, m ³)	Type de réserve	(c) = (a) - (b)
d. Révision des réserves (t, baril, m ³)	Type de réserve	Nouvelles découvertes et correction des estimations des réserves exploitables
e. Production annuelle (t, baril, m ³)	Type de réserve	Extraction annuelle
f. Indice d'épuisement (%)	Type de réserve	(f) = (b/a) (100)
g. Indice de durée (années)	Type de réserve	(g) = (c)/(e)

B.2 QUALITE DE L'ENVIRONNEMENT

La section B.2 identifie les variables mesurant les modifications qualitatives de l'environnement (qualité des éléments et des biotes et leurs interactions dans les écosystèmes). Les mesures de la qualité de l'air, de l'eau et des sols se font généralement par référence à des normes acceptées. Les statistiques peuvent alors être établies en termes d'amplitude et de fréquence des écarts par rapport à ces normes. La dégradation des éléments peut aussi être analysée en termes de perte des fonctions écologiques telles que le maintien des conditions nécessaires à la vie de l'homme et des autres espèces ou de valeurs esthétiques attachées aux utilisations de l'environnement. Certains aspects sociaux, en particulier les effets sur la santé humaine de la dégradation de la qualité de l'environnement, sont traités à la section B.3. Les critères et normes de qualité de l'environnement sont d'ordre culturel autant que scientifique et peuvent changer avec les attitudes du public et les objectifs politiques.

Les principaux problèmes dans le domaine des statistiques de l'environnement sont les suivants:

a) Manque d'expérience et de connaissance scientifique de la dynamique des écosystèmes et des effets à long terme de la dégradation de l'environnement sur la santé humaine.

b) Manque d'expérience des méthodes et techniques de collecte des données, de l'interprétation des paramètres observés et des méthodes d'évaluation de leur validité statistique.

c) Manque de données de référence et de séries chronologiques longues permettant d'évaluer l'importance des écarts cycliques et réversibles et de les distinguer des changements structurels irréversibles.

Il faut donc bien préciser les méthodes et techniques de collecte de données et les carences des données utilisées dans la présentation des statistiques de la qualité de l'environnement.

La mesure de la qualité de l'environnement a commencé au milieu des années 60 à cause de l'inquiétude que suscitaient les pollutions terrestres, aquatiques et atmosphériques provoquées par l'industrie et la contamination chimique des biotes. Dans les pays en développement, ces préoccupations sont plus récentes et la surveillance systématique commence à peine. Le choix des paramètres a été dicté en grande partie par les besoins de la réglementation, les limites des techniques et le coût de la collecte des données. Ces paramètres changent à mesure que les connaissances progressent, que les priorités se modifient et que les techniques de mesure s'améliorent, de sorte que les séries chronologiques ne sont pas continues et que les observations faites en divers endroits ne sont pas comparables. Il est indispensable d'intégrer dans la conception et la planification des systèmes de surveillance de l'environnement des critères statistiques d'homogénéité, de comparabilité et de validité.

Le coût de la surveillance de l'environnement a freiné la mise au point de plans de sondage statistiquement valables. C'est pourquoi on a recherché des paramètres permettant de présenter un tableau général de la qualité de l'environnement à partir d'un petit nombre d'observations. Des indicateurs écologiques tels que la taille moyenne des espèces semblent très prometteurs à cet égard. Une autre possibilité serait de mettre au point un système de détecteurs de la qualité de l'environnement à partir des images satellitaires permettant de détecter des populations végétales malades. Ce type de surveillance est facile à exercer au moyen d'une analyse informatisée des spectrogrammes. Cette technique semble intéressante pour les pays en développement.

B.2.1 Pollution atmosphérique

Comme il est indiqué plus haut dans la section A.2.1.4, la qualité de l'air dans les villes est décrite dans les *Statistiques des établissements humains* (B.2.3 - Concentrations ambiantes de polluants et déchets) à cause de son impact local. Au contraire, la concentration de polluants dans l'atmosphère est présentée ici en tant que pollution de fond. On peut ainsi établir une distinction entre la pollution atmosphérique aux niveaux mondial ou transnational, la qualité de l'air au niveau local et la qualité de l'air en milieu clos ^{25/}.

La pollution atmosphérique peut être représentée par des courbes d'"isopollution" qui reflètent les modes de dispersion caractéristique des diverses sources. La circulation de l'air, les précipitations, les températures, la topographie et la couverture des terres influent sur les modes de dispersion. La qualité et la précision de ces données sont fonction de l'emplacement et de la densité des stations de surveillance et de la qualité des modèles de dispersion. Il y a évidemment un arbitrage entre coût et précision. Chaque fois que possible, il faudrait établir la corrélation entre les variables de pollution atmosphérique de fond et les paramètres atmosphériques enregistrés par le réseau de stations météorologiques (visibilité, précipitations et rayonnement). Ces paramètres sont présentés dans la section D.2.2 Climat.

Un des problèmes de pollution atmosphérique les plus préoccupants est celui des dépôts acides sur les biotes et leur habitat (acidification des lacs et des sols, dépérissement des forêts, résistance réduite de certaines espèces de faune et de flore aux maladies). Ces effets sont décrits ci-après dans les sections B.2.2.2, Qualité des eaux intérieures; B.2.3.1 Qualité des sols et B.2.4 Qualité des biotes et des écosystèmes. La pollution atmosphérique a produit divers phénomènes d'ampleur planétaire dont l'impact aux niveaux national et local doit être évalué: émissions de gaz à effet de serre, émissions de fluorocarbones et leurs effets sur la couche d'ozone, conséquences pour les biotes humains et non humains, et, dans le cas des accidents et des essais nucléaires, dispersion de substances radioactives.

Le changement du climat et l'appauvrissement de la couche d'ozone sont des problèmes mondiaux et doivent donc être traités dans le cadre de modèles mondiaux. L'accroissement préoccupant des rayonnements émis par strontium 90 et le césium pendant les années 60 a conduit à mettre en place une surveillance mondiale. L'interdiction des essais nucléaires a beaucoup réduit cette cause de dangers pour la santé, mais elle pourrait ressurgir à la suite d'accidents de centrales nucléaires. Des protocoles internationaux récemment conclus pour réduire les rejets de fluorocarbones dans l'atmosphère sont inspirés par la masse croissante de données scientifiques qui tendent à prouver que les polluants d'origine industrielle sont responsables de l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique (qui filtre les rayonnements solaires).

Le tableau ci-après présente deux grandes variables: concentrations de certains polluants de fond notamment ceux qui sont à l'origine des précipitations acides, et rayonnements. La répartition géographique des rayonnements qui atteignent le sol est un facteur important pour l'évaluation de la radioactivité potentiellement dangereuse à laquelle sont exposés les hommes et les autres espèces vivantes. On s'intéressera plus particulièrement à la radioactivité provoquée par les activités humaines parce que ses sources sont faciles à identifier, mais le rayonnement de fond naturel est une menace de plus en plus grave pour la santé humaine (cancer de la peau, etc.).

Plusieurs programmes internationaux ont été mis en place pour mesurer la pollution atmosphérique de fond, notamment la Veille de l'atmosphère globale (VAG) de l'Organisation météorologique mondiale (OMM), qui comprend le Système mondial d'information de l'ozone (SMO₃) et le Réseau de stations de surveillance de la pollution atmosphérique de fond (BAPMoN). Les données provenant du BAPMoN sont une des principales sources d'informations du Système mondial de surveillance continue de l'environnement (GEMS) du PNUE. La Commission économique pour l'Europe a aussi lancé un Programme coopératif pour la surveillance et l'évaluation de la propagation à longue distance des pollutions atmosphériques en Europe. A l'échelon national, les sources de données sont les services météorologiques et les ministères ou organismes responsables de l'environnement et de la santé publique.

Variables	Classification	Observations
a. Concentration de certains polluants (ppm, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pH)	Type de polluant	Y compris SO ₂ , NO _x , valeur du pH des précipitations acides, Pb, O ₃ , CFC, particules, aux stations de mesure de la pollution de fond
b. Rayonnement atmosphérique (GBq/km ²)	Type de rayonnement Coordonnées géographiques	D'origine naturelle et humaine

B.2.2 Qualité des eaux

La qualité des eaux côtières et de haute mer est traitée séparément de celle des eaux intérieures (lacs, rivières et eaux souterraines). La notion de qualité de l'eau est plus complexe que celle de qualité de l'air car les paramètres dépendent des utilisations de l'eau. Ainsi, une eau riche en éléments nutritifs peut être favorable à certains types de vie mais inutilisable comme eau potable ou pour les loisirs.

Une grave cause de dégradation de l'eau est son utilisation pour le nettoyage et comme déversoir pour les déchets industriels et ménagers. Les côtes des mers et des lacs et les estuaires sont des emplacements particulièrement favorables pour l'implantation d'industries très polluantes parce que l'évacuation des déchets y semble particulièrement facile. Mais cette pratique met en danger les écosystèmes fragiles qui caractérisent l'interface entre la terre et l'eau. Quand le climat et le paysage sont agréables, une concurrence accrue s'exerce sur les zones côtières en raison de la demande croissante de loisirs et de tourisme. Les marées noires et les hydrocarbures et contaminants transportés par les courants maritimes créent de graves problèmes à l'échelle locale, régionale et mondiale. Les précipitations acides ont acidifié les eaux des lacs et des cours d'eau et menacé ou détruit les biotes de ces systèmes aquatiques. Les interactions entre utilisation et gestion de l'eau d'une part, disponibilité et qualité de l'autre d'autre part, sont présentées dans la figure II ci-dessus.

La principale source de statistiques de la qualité de l'eau est constituée par les bases de données des organismes responsables de l'eau. Dans certains pays, ce sont les agences de l'environnement, mais dans d'autres ce peuvent être le service des eaux ou les administrations locales. On tend de plus en plus à inclure des paramètres relatifs à la qualité de l'eau dans les enquêtes hydrologiques. D'autres données proviennent de l'analyse des images de télédétection, par exemple pour la chlorophylle a. Il existe plusieurs programmes régionaux de collecte des données sur la qualité des eaux de mer, coordonnés par le Centre d'activité du programme pour les mers régionales du PNUE, la Commission d'Helsinki et les Commissions de Paris et d'Oslo. D'autres données sont fournies par les programmes internationaux de recherche et de surveillance coordonnés par la Commission océanographique intergouvernementale. Au niveau national, les sources de données sont des agences ou départements qui s'occupent de la pollution des mers, de la veille météorologique et de la protection de l'environnement, des pêches et de la télédétection.

B.2.2.1 Eaux intérieures

Les critères de qualité des eaux intérieures sont définis en fonction des propriétés physiques, biophysiques et chimiques qui peuvent beaucoup varier même à l'état naturel. L'établissement de statistiques de la qualité de l'eau est nécessaire à cause des préoccupations que suscite la contamination des réseaux hydrologiques par les rejets de polluants des industries, de l'agriculture et des établissements humains (A.2.1.1). Les principaux contaminants sont les métaux lourds et les pesticides, les matières organiques, les engrais qui eutrophisent les eaux, les dépôts des précipitations acides et les agents pathogènes, par exemple les germes coliformes. Leur liste continue de s'accroître chaque fois que sont découverts de nouveaux effets négatifs sur la santé humaine et les écosystèmes aquatiques. Une très faible partie des contaminants connus fait l'objet d'une surveillance régulière. ^{26/}

L'objet de la collecte de données doit être de constituer des bases de données permettant de relier les concentrations en contaminants (qui décrivent l'évolution de la situation moyenne) aux statistiques des émissions et donc aux activités humaines polluantes. Les statistiques de la qualité de l'eau établies, selon les relations indiquées à la figure II, à partir des bases de données sur l'utilisation de l'eau pour les activités humaines (A.1.7), les émissions et rejets dans les eaux intérieures (A.2.1.1), la surveillance de la pollution et la lutte contre la pollution (C.2), et les systèmes hydrographiques (D.2.1) au moyen de codes géographiques identifiés sur les cartes écologiques (Cf. section D.4). Elles peuvent être conçues du point de vue de certaines utilisations, par exemple habitat aquatique, eau potable et loisirs, ou selon des critères plus généraux (voir section B.2.2.3 ci-après).

Les programmes de surveillance de la qualité de l'eau sont généralement conçus pour mettre au point et faire appliquer des réglementations. En d'autres termes, les polluants retenus, les stations de surveillance et la fréquence des sondages sont déterminés de façon à fournir les données minimums nécessaires pour exercer les contrôles voulus (par exemple sur les usines responsables de la contamination par le mercure). Les statistiques de l'environnement doivent représenter exactement l'étendue de la pollution des eaux (c'est-à-dire sa répartition géographique) et son évolution (par des séries chronologiques). Mais la surveillance de la qualité de l'eau effectuée à des fins réglementaires ne permet pas nécessairement d'obtenir des moyennes statistiques. Pour cela, il faudrait des sondages aléatoires ou, si cela est trop coûteux, des prélèvements à

effectuer à des sites choisis en amont et en aval des principales sources de pollution, des séries chronologiques continues et un nombre suffisant d'observations pour fournir des données statistiquement significatives sur la distribution et les moyennes.

Outre le plan de sondage, il faut choisir les paramètres à relever et le mode de collecte des données. Pour élaborer des indicateurs de la qualité de l'eau, il faut choisir:

a) Des stations de surveillance représentatives des différents niveaux de qualité de l'eau (pollution forte, moyenne ou faible);

b) Des paramètres pouvant être reliés à des activités humaines spécifiques, tels que les résidus de pesticides, de phosphore et d'azote provenant de l'agriculture en amont;

c) Des contaminants intéressant du point de vue de certains objectifs écologiques tels que santé humaine ou préservation des écosystèmes aquatiques (par exemple organismes pathogènes, DBO₅, pH et métaux lourds);

d) Des mesures statistiques (outre la valeur moyenne) telles que la fréquence des observations dépassant un certain seuil, le pourcentage d'échantillons dans lequel le contaminant a été détecté, les écarts par rapport à la moyenne.

B.2.2.2 Eau de mer

Des accords internationaux ont été conclus pour protéger les environnements marins et des protocoles sur les décharges en mer ont été conclus pour combattre la pollution des mers ²⁷. Les pays ont lancé des programmes de coopération pour dépolluer les mers intérieures, cours d'eau et lacs partagés et mettre au point des normes antipollution harmonisées. Il est essentiel de surveiller toute la gamme des activités côtières et ses effets sur les côtes et les eaux côtières pour permettre une planification et une gestion rationnelles de ces écosystèmes (voir section C.2).

Parmi les facteurs responsables de la dégradation des eaux de mer on peut citer:

a) Accidents de navigation, notamment de pétroliers géants et de navires transportant des produits très toxiques;

b) Décharges de déchets dangereux;

Variables	Classification	Observations
a. Propriétés physiques/chimiques ($\mu\text{g/l}$, %, pH)	Masse d'eau	Y compris turbidité, salinité, acidité et conductivité
b. Concentrations de polluants chimiques (ppm , $\mu\text{g/l}$)	Masse d'eau Composés chimiques <u>a/</u>	Menace pour les écosystèmes aquatiques et la santé humaine
c. Indicateurs des éléments nutritifs par exemple chlorophylle a ($\mu\text{g/l}$)	Masse d'eau	Indicateurs d'eutrophisation
d. Concentration de matière organique par exemple DBO, (mg/l)	Masse d'eau	Taux d'oxygène dissous
e. Concentration d'agents pathogènes ($\mu\text{g/l}$, nombre/l)	Masse d'eau Type d'agent pathogène	Indicateurs de la potabilité de l'eau (comptage des coliformes fécaux)
f. Zones où l'eau risque de transporter des vecteurs de maladies (km^2)	Masse d'eau	Bilharziose, onchocercose, etc
g. Indice de la qualité de l'eau	Utilisation masse d'eau	Y compris habitat aquatique, eau potable, loisirs (voir B.2.2.3)

a/ Il existe plusieurs listes de polluants des eaux, notamment le Guide opérationnel du GEMS, les statistiques de la qualité de l'eau de la CEE (voir Annexe III) et les Normes internationales pour les eaux de boisson de l'OMS).

c) Réception des eaux de ruissellement, en particulier celles qui proviennent des bassins hydrographiques très industrialisés;

d) Exploitations minières et pétrolières en mer;

e) Dépôts atmosphériques de composés organiques, de métaux et d'éléments nutritifs.

L'intensification des activités humaines sur les côtes menace gravement la qualité des environnements marins. Elle tient à l'urbanisation, à l'industrialisation et au tourisme qui se développent dans les zones côtières ainsi qu'au développement

agricole et aquicole qui transforme des marécages et autres zones côtières en systèmes bioproductifs (ainsi, les mangroves sont transformées en étangs de pisciculture).

Le transport à longue distance des contaminants par les courants océaniques et l'atmosphère menace les habitats aquatiques les plus reculés tels que ceux de l'Arctique et des récifs tropicaux. Jusqu'à présent, l'exploitation des ressources des océans se limitait essentiellement à la pêche. Des prospections ont maintenant été entreprises pour exploiter les minéraux des fonds marins. En conséquence, les problèmes de qualité des eaux de mer, qui autrefois intéressaient essentiellement des zones ou régions limitées, concernent maintenant tout le système océanographique.

La surveillance de la qualité des eaux est moins bien organisée pour les océans que pour les eaux intérieures. Elle se fait généralement dans le cadre d'enquêtes océanographiques plus générales. Les paramètres relevés sont notamment les contaminants chimiques, les ressources biologiques et les microbiotes de surface et des fonds océaniques. Ces données sont utiles pour évaluer la situation à un moment donné, ainsi que pour l'analyse de séries chronologiques. La qualité des eaux de mer peut également être évaluée par interprétation d'images de télédétection (par exemple la croissance ou la densité des algues) ou par la surveillance des agents pathogènes détectés dans les poissons pêchés.

Variables	Classification	Observations
a. Paramètres physiques/ chimiques et concentrations (ppm, µg/l)	Organismes marins, composés chimiques a/	Sédimentation, taux de contamination
b. Indicateurs biologiques (nombre, %)	Type d'espèces	Indicateurs biologiques de pollution (phyto- plancton, moules, poissons)
c. Indicateurs des agents pathogènes (nombre, %)	Type de maladie	Y compris fermeture de parcs à coquillages et crustacés et maladies des poissons, etc.

d. Indicateurs écologiques (nombre, %)	Type d'indicateur	Diversité génétique, taille des biotes, productivité biologique
e. Marées noires (km ²)	Type de source	Y compris eaux de cale, vidanges, naufrages, etc

a/ Les principaux contaminants sont énumérés dans beaucoup de conventions régionales sur la protection de l'environnement marin (Conventions de Barcelone et d'Helsinki, par exemple).

B.2.2.3 Indices de la qualité de l'eau

La qualité de l'eau est définie par toutes sortes de propriétés biologiques, chimiques, physiques et bactériologiques. Elle est donc mesurée par un grand nombre de variables, d'où la nécessité de paramètres composites plus parlants. On peut par exemple choisir des indicateurs des propriétés les plus importantes; ainsi on a utilisé certaines données biologiques pour évaluer dans quelle mesure les eaux d'une rivière conviennent pour telle ou telle utilisation. Dans une étude des grands lacs du bas Saint Laurent, on a ainsi mesuré la santé des écosystèmes au moyen d'un nombre relativement limité d'indicateurs symptomatiques.^{28/}

Mais l'utilisation des indicateurs en est encore au stade expérimental. Pour obtenir un tableau général de la qualité de l'eau, la première étape consiste généralement à définir un nombre limité de classes de qualité pour chaque variable ou au moins une norme pour telle ou telle utilisation spécifique (ce qui revient à définir un seuil: on a alors deux classes de qualité, les eaux qui satisfont la norme et les autres). L'OMS a proposé des normes de qualité à utiliser pour déterminer si une eau est potable et peut être utilisée pour les usages domestiques courants. Les classes de pollution vont généralement de "pollution nulle" à "forte pollution" ou de qualité "excellente" à "mauvaise", comme dans le projet de classification de la CEE. La partie B de l'annexe III donne une description qualitative des classes et les valeurs limites des variables pertinentes.

On peut pousser encore plus loin la synthèse des variables en établissant des indices composites qui sont en général (mais pas toujours) liés aux classes de qualité décrites ci-dessus. Ces indices peuvent être de divers types, à savoir:

a) Détermination de la propriété pour laquelle la classe de qualité est la plus basse, et utilisation de cette classe en guise d'indice;

b) Moyenne pondérée des classes de qualité pour les différentes propriétés, les coefficients de pondération étant en général choisis de façon subjective en fonction de l'importance attachée à chaque variable du point de vue du niveau général de pollution ou du point de vue d'une utilisation particulière de l'eau;

c) Fonctions de plusieurs variables exprimant la valeur des propriétés pertinentes au moyen d'une seule grandeur ou éventuellement deux (pour la représentation graphique)

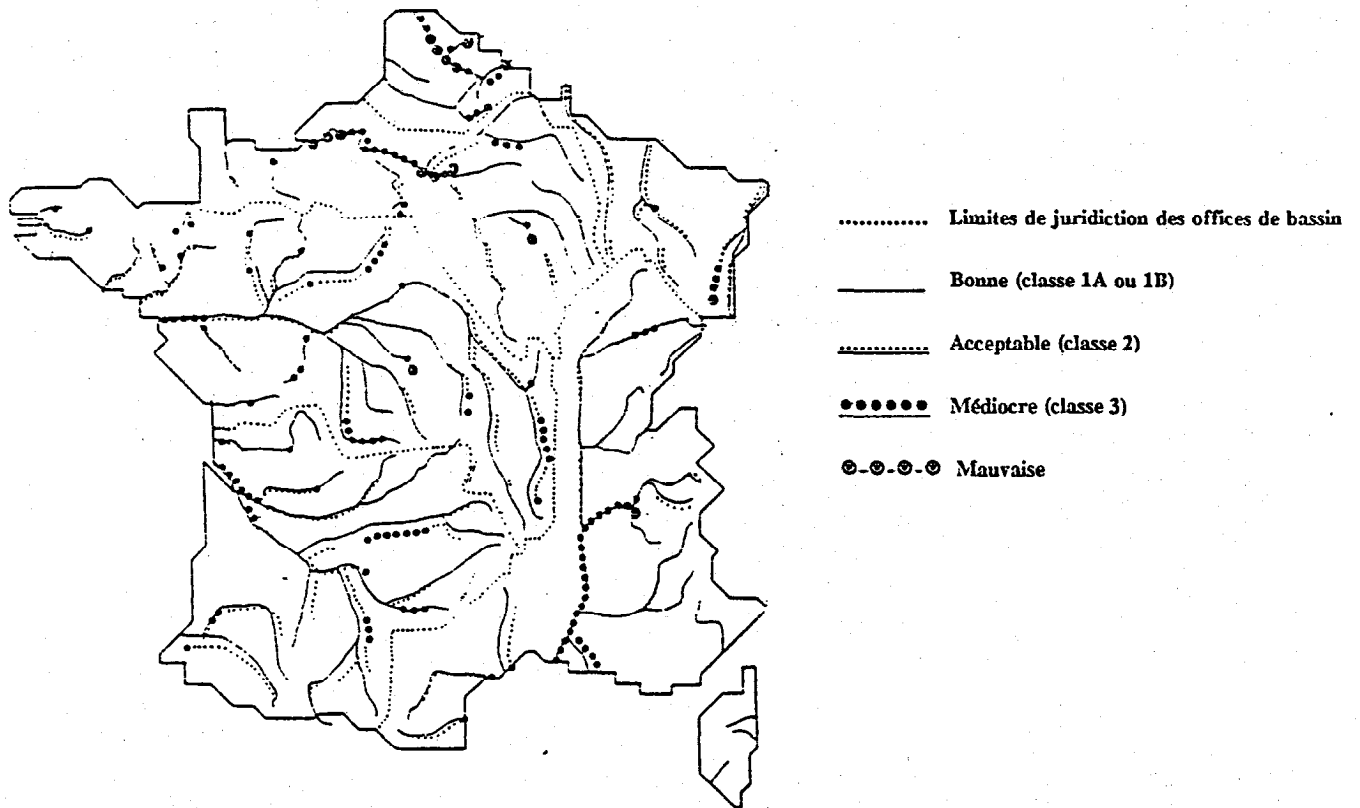
La figure IV est une carte de la qualité des eaux des principales rivières de France établie à partir des observations des stations permanentes et des réseaux gérés par les agences de bassin. Ces méthodes permettent de se faire rapidement une idée générale de la qualité de l'eau et de son évolution, mais les agrégats utilisés masquent une bonne partie des données initialement recueillies qu'il restera nécessaire de consulter pour la planification écologique et hydrologique.

B.2.3 Qualité des sols et des terres

La qualité des sols (B.2.3.1) influe sur la productivité des systèmes biologiques, et leur dégradation réduit la production de biomasse végétale. Dans le cas de l'agriculture on utilise des engrais pour compenser cette perte de productivité. Mais la notion de "qualité des terres" (B.2.3.2) fait intervenir les valeurs culturelles et esthétiques des utilisations de la terre. La dégradation de la qualité de la terre se traduit non seulement par une réduction de sa capacité de charge biologique, mais aussi par des conflits d'utilisation que la densité des populations humaines ne fait qu'exacerber. La distinction entre qualité des sols et qualité des terres est maintenue parce qu'elle permet de considérer la terre comme un capital fournissant des services économiques et culturels et le sol comme un intrant agricole. Les variations de la qualité ont des effets tant sur la productivité de ces ressources que sur leur capacité de service. Mais la distinction entre variations quantitatives et variations qualitatives est controversée (Cf. *infra*). La restauration des terres (C.1.3), les programmes de défense et restauration des sols (C.1.2) et l'aménagement du territoire (C.1.1) sont autant de réactions aux altérations de la qualité des sols et des terres.

Les organismes chargés de l'aménagement du territoire et de la défense et restauration des sols ainsi que les programmes spéciaux de restauration des terres sont des sources potentielles de données sur la qualité des sols et des terres.

Figure IV. Qualité des principaux cours d'eau en France, 1985



Source: Ministère de l'environnement, Etat de l'environnement, France, Rapport 1987 Neuilly, 1988.

La télédétection peut fournir certains renseignements, par exemple sur la désertification et la salinisation. Les organismes s'occupant de tourisme et de protection du paysage et de la nature sont des sources utiles de données sur les aspects esthétiques de l'utilisation des terres (beauté du paysage). Les cartes nationales des écosystèmes sont aussi une source à utiliser pour les bases de données sur la qualité des terres.

B.2.3.1 Qualité des sols

La variation de la qualité des sols est une question complexe. Les modifications du climat et les événements géologiques peuvent provoquer d'importantes dégradations ou améliorations (cendres volcaniques) de la qualité des sols pour les cultures et l'élevage. Les pratiques agricoles et les modes d'utilisation des terres peuvent freiner ou accélérer les changements (avec parfois un effet de synergie). L'amélioration des pratiques de labour et de fertilisation a arrêté ou ralenti la dégradation des sols dans certaines zones. Mais dans le monde en développement, la désertification, l'érosion et le lessivage d'éléments fertilisants ne font que s'accélérer. Dans les pays industriels, d'autres problèmes se posent: dépôts acides résultant de la pollution atmosphérique, perte d'humus à la suite des applications d'engrais artificiels, compactage des sols par les machines agricoles lourdes. La dégradation des sols peut ainsi être mise en relation avec les mauvaises pratiques de labour et l'utilisation pour la culture et l'élevage de terres fragiles (terrains en forte pente sujets à l'érosion) (A.1.1.2, A.1.8), l'irrigation (salinisation, alcalinisation, engorgement), l'emploi excessif de produits agrochimiques (résidus de pesticides) (A.2.2), la pollution atmosphérique (acidification) (A.2.1), les méthodes d'exploitation forestière (coupes blanches, routes de vidange, utilisation de matériel lourd) (A.1.2), l'urbanisation et l'industrialisation (enlèvement du sol superficiel, reconversion des terres agricoles à d'autres utilisations), croissance démographique et migrations (A.1.8, Cf. également A.1.1, Accroissement et mouvement de la population et B.1.3, Etalement et dispersion des établissements humains dans *Satistiques des établissements humains*).

L'érosion peut être considérée comme une perte quantitative et aussi, quand elle dépasse un certain seuil, comme une réduction de la qualité des sols. Les pertes quantitatives relèvent de la section B.1.2.2, Épuisement des sols et des terres; les pertes qualitatives sont ventilées dans la présente section par catégories d'intensité d'érosion. Cette distinction est assez arbitraire et devra se faire en fonction des besoins de l'analyse (évaluation de la qualité de l'environnement ou

Variables	Classification	Observations
a. Désertification (km ²)	Type d'utilisation	Superposition des cartes de la désertification et des catégories d'utilisations des terres
b. Superficies érodées (km ²)	Type d'utilisation	Distinguer zones fortement, moyennement et faiblement érodées; superposer catégories d'utilisation des terres
c. Superficies contaminées par produits toxiques (km ²)	Type de contaminant	Y compris pesticides, produits chimiques
d. Superficies de dépôts acides (km ²)	Type de sol	Mesure de l'acidité (pH) provenant de sources non naturelles
e. Sols dégradés par l'irrigation (km ²)	Type de sol	Superficies touchées par l'alcalisation et l'engorgement

comptabilité de l'épuisement des ressources). L'amélioration des sols peut être attribuée aux bonnes pratiques agricoles (application d'engrais, méthodes de labour, protection des sols) et aux mesures prises pour freiner l'érosion et la désertification (plantations d'arbres, construction de terrasses et programmes de défense et restauration des sols). (C.1.2.3).

B.2.3.2 Qualité des terres

La mesure de la qualité du paysage est étroitement liée à celle de la qualité de la vie puisqu'il s'agit de la valeur des services fournis par la nature (bocage normand ou rizières en terrasses des Philippines). Les cartes touristiques donnent souvent des indications générales de la qualité de l'utilisation des terres (routes panoramiques). Les écologistes s'inquiètent de la capacité de charge de l'environnement et les responsables de l'aménagement du territoire doivent évaluer les diverses demandes d'utilisation des terres, souvent incompatibles entre elles. Diverses techniques ont été utilisées pour le classement des zones aux fins de la protection de l'environnement. (C.1.1). Le Japon s'est doté d'un système national de cartographie de la qualité des terres, appelé "recensement vert"; les zones y sont notées selon le degré d'altération de la nature provoquée par les activités humaines. Ainsi, la note 0 est attribuée à un site construit et la note 10 à un site vierge (une montagne intacte

par exemple). Toutes les autres zones reçoivent des notes intermédiaires selon leur utilisation: agriculture intensive, agroforesterie, parcs naturels protégés etc.

Il est difficile d'identifier des variables représentatives de la qualité des terres indépendamment du contexte de l'utilisation de ces terres. Des classes de qualité peuvent être affectées aux diverses utilisations telles qu' agriculture, foresterie ou habitat de la faune sauvage, ainsi qu'aux utilisations urbaines, touristiques, industrielles etc. prévues par le zonage. Ou bien on peut affecter directement une note de qualité culturelle ou esthétique; ou encore prendre comme critère la qualité biophysique de la terre ou sa capacité de charge durable en populations humaines (compte tenu des niveaux de vie) et non humaines.

Variables	Classification	Observations
a. Indicateurs de la qualité du point de vue de l'utilisation des terres	Type d'utilisation des terres	Critères distincts pour chaque catégorie d'utilisation des terres
b. Qualité du paysage a/ (km ²)	Type d'utilisation des terres	Classification selon des critères esthétiques
c. Qualité biophysique (km ²)	Type d'utilisation des terres	Classification selon des critères biophysiques de la capacité de charge

a/ Les classes de qualité du paysage sont établies sur la base d'un ensemble de critères (valeurs humaines, environnement, restructuration, attributs naturels). Les classes les plus basses comprennent par exemple les zones industrielles et les mines abandonnées, et les plus élevées les forêts vierges, les lacs et les montagnes ou les paysages agricoles agréables.

B.2.4 Qualité des biotes et des écosystèmes

On distingue les indicateurs de la qualité des biotes des indicateurs plus généraux de la santé des écosystèmes. Naturellement, ces deux sujets sont liés et la distinction n'est établie qu'à des fins statistiques: les indicateurs de la santé des écosystèmes sont essentiellement des variables tirées de modèles tandis que les indicateurs de la qualité des biotes sont des mesures prises dans le cadre de divers types d'enquêtes. Les deux catégories de données sont liées aux stocks et aux flux de ressources biologiques: populations et aires de répartition d'espèces "sauvages" (section B.1.4 sur les réductions et accroissements des ressources en faune et en flore), variations des stocks de ressources aménagées (sections B.1.1, Ressources agricoles, B.1.1.2, Ressources forestières et B.1.1.3, Ressources

halieutiques). Mais il n'est pas toujours facile de distinguer les aspects qualitatifs des aspects quantitatifs. Leur identification et leur description sont des tâches importantes dans les inventaires des ressources biologiques (D.1) et des écosystèmes (D.4).

Les indicateurs permettant d'évaluer les variations de la qualité des biotes (B.2.4.1) sont la taille moyenne, la longévité, la fréquence et l'incidence des maladies et divers paramètres d'efficacité mesurant la productivité, les taux de croissance et l'équilibre naturel des espèces. Pour l'évaluation quantitative de l'état des écosystèmes (B.2.4.2), on utilise des données sur les conditions nécessaires pour assurer la survie des espèces, les symptômes de mauvaise santé, des mesures de la capacité de récupération, des capacités de régénération (seuils de population) et des indicateurs de diversité des espèces. Les évaluations qualitatives sont souvent en partie fondées sur des critères non scientifiques marqués par une forte connotation culturelle, les administrations comme le public tendant à préférer les systèmes naturels: lacs aux eaux claires et non verdies par les algues, habitats où peuvent survivre les grands mammifères et pas seulement les petits, forêts naturelles anciennes plutôt que jeunes plantations.

Les données sur les paramètres qualitatifs des biotes et des écosystèmes sont essentiellement fournies par des recherches spécialisées et l'opportunité de les inclure dans des bases de données peut être controversée. Au contraire, les tableaux d'ensemble sont établis dans le cadre des rapports sur l'état de l'environnement, de l'établissement des cartes écologiques et d'enquêtes effectuées spécialement pour le classement par qualité des terres et des ressources biologiques, telles que le "recensement vert" du Japon. Les organismes responsables de la gestion des ressources peuvent aussi fournir des données, par exemple sur les superficies de forêts malades; l'interprétation des données de télédétection et les enquêtes sur la production agricole sont aussi des sources intéressantes.

B.2.4.1 Qualité des biotes

Les statistiques des aspects qualitatifs des biotes en sont encore à l'état embryonnaire. La demande d'évaluation de l'état de l'environnement a amené les biologistes à s'occuper principalement des techniques et méthodes permettant de surveiller à l'échelle macro la santé des biotes et la productivité des écosystèmes. Il faut traiter séparément les biotes principalement cultivés pour les besoins de l'homme, les biotes qui, sans être cultivés, ont une valeur économique et la

vie sauvage dont la valeur n'est pas principalement économique. Le nombre croissant des extinctions d'espèces (section B.1.1), le déclin des habitats (B.2.4.2) et la réduction qui s'ensuit des populations d'animaux sauvages (B.1.1.4) sont des sujets brûlants en cette fin du vingtième siècle en raison de la valeur que la société attache à l'existence des biotes sauvages.

Les changements qualitatifs des biotes cultivés soulèvent la question controversée des manipulations génétiques visant à accentuer les caractères désirables du point de vue économique. Ces manipulations ont parfois pour effet de réduire d'autres caractères utiles tels que la résistance aux maladies ou à la sécheresse. Les variables relatives aux pertes de cultures et de bétail dues à des conditions écologiques capturent en partie cet aspect qualitatif ambigu de l'agriculture moderne. Les données sur les résidus toxiques dans les biotes et la taille moyenne de ces derniers sont des indicateurs moins controversés de la qualité, qui ont été considérés comme des indicateurs généraux de la dégradation des écosystèmes. Le tableau 4 présente des données sur des espèces marines contaminées dans les eaux nationales, compilées par une organisation internationale, la Commission pour la protection de l'environnement marin de la mer Baltique. Ces données ont également été utilisées comme indicateurs généraux de la qualité des éléments dont proviennent les espèces contaminées (Cf. par exemple section B.2.2 pour la qualité des eaux de mer).

Variables	Classification	Observations
a. Pertes de biotes cultivés dues aux maladies, aux insectes et aux catastrophes naturelles (% , km ²)	Type de biotes	Préciser des cultivars ou des races hybrides d'animaux
b. Résidus toxiques dans les biotes (mg/l, % affecté)	Type d'espèces a/	Indicateurs de contamination biologique
c. Modification de la taille moyenne des biotes (kg, m)	Type d'espèces a/	Indicateurs de la dégradation des biotes

a/ Voir B.1.1.4 et D.1.4

B.2.4.2 Etat des écosystèmes

Les indicateurs de la qualité des écosystèmes sont de nature globale et synthétique: ils décrivent la productivité ou l'efficacité du système et sa capacité de résister aux chocs externes. Les indicateurs figurant dans le tableau ci-dessous sont des exemples de mesures de l'intégrité de l'écosystème, problème qui tient de plus en plus de place dans la gestion de l'environnement. Les techniques de mesure des écosystèmes ne sont pas encore assez développées pour permettre une évaluation globale de l'état de l'environnement. Les indicateurs ci-après

sont donc donnés à titre d'illustration et l'opportunité de les inclure dans les statistiques de l'environnement devrait être examinée plus avant:

a) Productivité primaire: mesure du rendement de l'énergie solaire et des éléments nutritifs en matière végétale. On mesure soit l'énergie emmagasinée (calories au m²) soit la biomasse (tonnes de matière vivante au km²). Il faut distinguer la production (croissance annuelle) des stocks accumulés (biomasse préexistante). Les systèmes biologiques mûrs ont généralement une faible productivité primaire mais une biomasse importante; l'inverse est vrai des systèmes immatures (par exemple dans les forêts exploitées périodiquement).

b) Liste d'espèces rares et menacées: les additions à cette liste sont un bon exemple d'indicateurs avertissant du déclin général des habitats de la vie sauvage et de la diversité des espèces.

c) Diversité des espèces: mesure du nombre d'espèces présentes dans un écosystème. On postule que plus il y a d'espèces différentes plus il est probable que certaines espèces survivent à des conditions défavorables. Il est plus facile de compter les espèces que les populations; c'est pourquoi cette variable est souvent utilisée comme indicateur. La diversité des espèces est aussi une indication de la maturité du système; ainsi la forêt amazonienne est caractérisée par une grande variété de niches très spécialisées. Un autre facteur intéressant est le ratio entre espèces endémiques et espèces exotiques. Les zones riches en espèces endémiques sont particulièrement intéressantes du point de vue génétique.

d) Pertes de biotes sauvages classées par cause: les pertes de vie sauvage résultant d'événements naturels ou dus à l'action de l'homme tels que les épidémies, les infestations d'insectes ou les catastrophes naturelles (sécheresse) peuvent être interprétée comme des symptômes de mauvaise santé des écosystèmes ou de mauvaise résistance des biotes aux agressions. Mais il ne sera pas toujours possible de distinguer ces pertes des pertes quantitatives provoquées par la surexploitation ou par des modifications de l'utilisation des terres, de sorte que ces indicateurs devront être utilisés avec prudence.

e) Résilience: cette variable mesure la capacité des écosystèmes à retrouver leur équilibre après un choc extérieur, par exemple marée noire. Les systèmes robustes sont bien évidemment plus résistants que les systèmes fragiles; les systèmes simples se reconstituent plus rapidement que les systèmes complexes et les grands systèmes peuvent absorber des chocs plus importants que les petits. Les écosystèmes complexes résultant de millénaires d'évolution et encore intacts, par exemple la forêt humide tropicale, risquent de ne jamais se reconstituer.

La cartographie des écosystèmes est indispensable pour la mise au point d'indicateurs écologiques (Cf. D.4). Il est essentiel en outre de comprendre la dynamique des divers

Tableau 4. Concentrations de métaux lourds dans les espèces animales des mers de Finlande. 1979-1984

Zone côtière	Espèces animales		Cadmium mg/kg	Mercure moyenne	Plomb	Cuivre	Zinc	
Golfe de Botnie	Mesidotea entomon	1981	0,144	-	0,060	8,80	5,00	
	Mytilus edulis	1983	0,183	0,057	0,173	22,20	21,00	
	Hareng de la Baltique	1979	0,007	0,019	0,050	0,67	5,40	
		1981	0,004	0,015	0,065	0,51	2,85	
		1982	0,001	0,040	0,010	0,43	5,05	
		1983	0,006	0,013	0,010	0,41	7,20	
		1984	0,010	0,016	0,010	0,36	4,85	
Mer de Botnie	Mesidotea entomon	1979	0,163	0,022	0,343	30,03	41,63	
		1981	0,107	0,016	0,073	28,07	10,53	
		1983	0,038	0,010	0,072	38,30	18,00	
	Hareng de la Baltique	1980	0,004	0,015	0,015	0,39	2,60	
		1981	0,003	0,029	0,060	0,59	3,60	
		1982	0,001	0,018	0,010	0,42	5,45	
		1983	0,009	0,016	0,015	0,44	5,75	
	Morue	1979	0,015	0,025	0,033	4,45	7,79	
		1980	0,029	0,028	0,157	8,02	12,05	
		1982	0,017	0,025	0,026	6,09	10,38	
		1983	0,022	0,029	0,018	5,88	11,30	
	Golfe de Finlande	Mesidotea entomon	1983	0,026	0,017	0,123	9,47	11,67
		Macoma baltica	1979	0,132	0,017	0,660	8,50	85,80
			1980	0,127	0,014	0,793	13,33	-
			1983	0,121	0,015	0,126	8,00	57,20
Hareng de la Baltique		1979	0,006	0,025	0,062	0,50	4,28	
		1980	0,006	0,016	0,025	0,45	2,62	
		1981	0,007	0,026	0,050	0,67	2,93	
		1982	0,001	0,027	0,010	0,29	3,48	
		1983	0,005	0,015	0,010	0,35	4,68	
		1984	0,007	0,026	0,010	0,25	4,33	
Morue		1979	0,060	0,045	0,070	8,77	13,71	
		1980	0,036	0,048	0,240	7,35	10,95	
		1981	0,019	0,027	0,063	4,28	15,64	
		1982	0,027	0,029	0,025	8,61	13,04	
		1983	0,050	0,037	0,022	11,76	20,56	
		1984	0,054	0,034	0,030	9,52	17,14	

Source: Tilastokeskus, Ympäristötilasto (Helsinki, 1987).

écosystèmes pour spécifier ces indicateurs. Un des objectifs est de déterminer si le système est fragile ou robuste ou si sa taille et sa configuration sont de nature à permettre la survie d'habitats viables. Même si certains indicateurs peuvent être trouvés dans des recueils de statistiques, la compilation des données nécessaires ressortit probablement plutôt à la recherche en "écologie statistique" qu'à un programme courant de "statistiques écologiques".

Variables	Classification	Observations
a. Productivité primaire (t/km ² , cal/m ²)	Type d'écosystème <u>a</u> /	Indicateur de la productivité naturelle
b. Liste d'espèces rares et menacées (nombre)	Type d'écosystème <u>a</u> / Type d'espèce <u>b</u> /	Indicateur d'alerte
c. Nombre d'espèces différentes (nombre)	Type d'écosystème <u>a</u> /	Indicateur de diversité
d. Pertes de biotes sauvages dues à des causes naturelles ou artificielles ^c (% km ²)	Type d'écosystème <u>a</u> / Type d'espèce <u>d</u> /	Indicateurs de la résistance aux chocs environnementaux
e. Temps nécessaire pour la reconstitution (années)	Type de choc ^e Type d'écosystème ^e	Indicateur de résistance

a/ Cf. section D.4, inventaires des écosystèmes

b/ Voir par exemple le livre rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN), qui établit une distinction entre les espèces menacées, vulnérables, rares, indéterminées, hors de danger et insuffisamment connues.

c/ Y compris les superficies de forêts qui dépérissent à cause des pluies acides, les espèces qui ne se reproduisent plus à cause de la contamination (faucon pèlerin) ou de la disparition de leur habitat (panda).

d/ Voir à la section D.1.4, Inventaires de la faune et de la flore, la description de la classification des espèces.

B.3 SANTE HUMAINE ET CATASTROPHES ECOLOGIQUES

La section B.3 traite de l'effet des conditions de l'environnement et des catastrophes naturelles et dues à l'action de l'homme sur la santé et le bien-être humain. En ce qui concerne l'environnement urbain (qualité de l'air, bruit et maladies, en rapport avec les conditions de logement) et l'effet des catastrophes naturelles sur les établissements humains (dégâts causés aux bâtiments, blessures et pertes de vie humaine), les effets sur la santé et le bien-être sont traités dans les *Statistiques des établissements humains* (B.3.1, Exposition aux polluants et incidences sur la santé et B.3.2, Dégâts et accidents liés à l'habitat). Le présent sujet statistique ne concerne donc que les effets plus génériques de la contamination des aliments et des maladies transmises par des

vecteurs ainsi que l'effet des catastrophes sur l'environnement naturel qui ne sont pas directement liés aux conditions de l'environnement dans les établissements humains.

Les données relatives à la santé publique peuvent être tirées des statistiques de santé, qui sont généralement tenues par les autorités sanitaires. Dans les pays où il existe des programmes spécifiques d'évaluation de l'effet des facteurs environnementaux sur la santé, on peut obtenir des informations plus directes au moyen de sondages. Les services de météorologie et de zoologie peuvent fournir des données historiques sur les effets des événements naturels. Les archives des organismes de secours (y compris l'armée) sont une source importante de renseignements. Les archives des assurances, en particulier de l'assurance récolte, sont aussi une bonne source de données sur les pertes de production et de biens. Les organismes chargés des enquêtes à la suite de catastrophes dues à l'action de l'homme sont aussi des sources de données intéressantes. Des statistiques des zones touchées peuvent être obtenues à partir des images de télédétection, notamment dans le cas des événements de grande échelle tels que les incendies de forêts, les inondations, les épiphyties, etc.

B.3.1 Santé humaine et contamination

La santé est une notion indivisible; il est presque impossible d'établir séparément les relations entre la santé et les modes de vie dictés par la culture, le patrimoine génétique et l'état de l'environnement. C'est seulement dans les cas les plus évidents qu'il est possible d'établir les relations de cause à effet entre l'exposition aux risques écologiques et la détérioration de la santé et du bien-être général. Les statistiques de santé ne permettent généralement pas d'évaluer de façon satisfaisante l'incidence de la morbidité et de la mortalité liées à l'état de l'environnement. De plus, les relations de cause à effet peuvent n'apparaître qu'après un certain délai. Certains symptômes d'exposition à des environnements malsains ne sont pas spécifiques. C'est le cas par exemple du stress, de la fatigue ou des allergies. Malgré ces ambiguïtés, il est très important d'établir la corrélation entre la santé humaine et l'état de l'environnement.

En principe, toutes les causes de maladies sont liées à l'environnement puisque même les prédispositions et immunités génétiques sont le produit d'une évolution millénaire de l'environnement. De même, l'accroissement de la longévité peut en grande partie être attribuée à la réduction de l'exposition aux risques qui résulte des programmes de santé publique par exemple des programmes de purification de l'eau et de traitement des eaux usées (C.2.4), de lutte contre les vecteurs de maladies et d'éducation sanitaire. Ces grands progrès de la santé publique sont maintenant menacés par des facteurs liés aux technologies tels que l'exposition aux rayonnements radio-actifs et aux produits chimiques carcinogènes ou les risques créés par la circulation et les transports (Cf. section B.3.2 des *Statistiques des établissements humains*, pour les dégâts et accidents liés à l'habitat). De plus, les restructurations de l'environnement, le

défrichage des forêts et la construction de barrages et de fossés d'irrigation (A.1.8.2) ont aggravé dans certaines régions les risques de maladies traditionnelles liées à l'état des eaux et à la malnutrition. Les effets de l'urbanisation sur la santé et le bien-être, surtout dans les établissements marginaux, sont décrits dans les *Statistiques des établissements humains* (B.3).

Les indicateurs statistiques choisis pour décrire les effets des variations de la qualité de l'environnement naturel sur la santé humaine peuvent être répartis en deux catégories: ceux qui sont fournis par les administrations qui s'occupent des aliments et des médicaments, et ceux que l'on peut tirer des statistiques de mortalité et de morbidité.

Variables	Classification	Observations
a. Résidus de produits chimiques dans les produits alimentaires et l'eau (ppm)	Type de contaminant	Teneur moyenne des échantillons en contaminants et nombre d'échantillons dans lesquels la teneur dépasse la norme de sécurité
b. Produits alimentaires dont la consommation a été interdite pour des raisons sanitaires (kg)	Cause de l'interdiction	
c. Radioactivité des aliments (pCi/l)	Type de radioactivité	Essentiellement dans le lait (strontium 90, caesium 137)
d. Contaminants dans les tissus humains (ppm)	Type de contaminant	Sur la base des autopsies
e. Mortalité et morbidité attribuables à des maladies transmises par des vecteurs liées à l'état de l'environnement (nombre, taux pour 10 ³)	Type de maladie	Indicateurs des effets de l'état de l'environnement, notamment typhoïde, choléra et bilharziose
f. Mortalité et morbidité dues à la malnutrition (nombre, taux pour 10 ³)	Cause de la malnutrition	Indicateurs de la pauvreté et des pénuries alimentaires (qui aggravent le risque de maladies liées à l'environnement)

B.3.2 Effets des catastrophes écologiques

La présente section regroupe les statistiques de l'effet des catastrophes naturelles considérées en général comme des événements épisodiques. On établit une distinction entre les événements naturels et ceux dont la cause peut être attribuée à l'activité humaine. Il est difficile, pour plusieurs raisons, de distinguer un événement d'une situation normale ou chronique. Les

principaux critères sont la gravité et la durée et dans certains cas l'emplacement ou la zone: ainsi, les accidents ne sont pas de même nature selon qu'ils se situent dans des zones très peuplées ou dans des zones peu habitées. Les météorologistes ont mis au point un système de classification de la vitesse du vent pour avertir certaines branches d'activité, notamment la navigation, des dangers potentiels et ils utilisent des critères de durée pour définir les sécheresses. Les sismologues ont mis au point l'échelle de Richter pour mesurer la gravité des tremblements de terre. Comme il est indiqué dans la section A.3, Evénements naturels, le caractère exceptionnel des événements empêche d'utiliser des méthodes de sondage et d'autres techniques statistiques qui nécessitent un grand nombre d'observations. Même des observations peu nombreuses permettent néanmoins de calculer les probabilités.

Le tableau ci-après présente les effets des catastrophes naturelles et dues à l'action de l'homme sur l'environnement naturel. Les blessures et décès et les destructions de biens provoqués par ces catastrophes (y compris les accidents de la circulation et les accidents industriels) sont décrits parmi les risques dans les établissements humains (Cf. *Statistiques des établissements humains*, B.3.2, Dégâts et accidents liés à l'habitat).

Variables	Classification	Observations
a. Pertes de ressources biologiques cultivées (nombre, km ² , \$)	Type d'événement Type de ressource	Pertes de cultures, de cheptel et de forêts de plantation (sécheresses, inondations, infestations acridiennes, etc.)
b. Pertes de faune et de flore (nombre, km ² , \$)	Type d'espèces Type d'événement	Y compris pertes de forêts et de ressources aquatiques
c. Effets sur la terre, les sols, l'air et l'eau (km ² , ppm, \$)	Type d'effet	Y compris la pollution résultant des éruptions volcaniques et des catastrophes dues à l'action de l'homme (guerres)

C. REACTIONS AUX INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT

La section C décrit les réactions humaines aux situations considérées comme indésirables dans le contexte des catégories du CDSE, activités, incidences et réactions aux incidences. Les réactions humaines visent en principe à inverser les tendances négatives en établissant un nouvel équilibre entre activités humaines, systèmes écologiques sains et durabilité de l'utilisation des ressources naturelles. Comme il est indiqué dans l'introduction, la notion de durabilité et de viabilité écologiques du développement est inspirée par la préoccupation que suscitent dans le monde entier l'épuisement des ressources

naturelles et la perte des services d'assimilation des déchets que fournissait la nature. Les politiques nationales et la coopération internationale devront s'attaquer à ces questions aux niveaux infra-national, national et international selon les zones géographiques où leurs effets se font sentir.^{29/}

Les réactions peuvent être collectives ou individuelles. Les réactions individuelles sont celles des agents micro-économiques, ménages ou entreprises tandis que les actions collectives relèvent généralement des organisations gouvernementales. Les politiques officielles reflètent la volonté collective de protéger, conserver et restaurer l'environnement et les ressources naturelles, en d'autres termes de combattre la dégradation et l'épuisement de l'environnement décrits dans la section B. Les politiques adoptées en réaction à la dégradation de l'environnement pour y remédier doivent être distinguées des politiques préventives. Ces dernières sont considérées comme plus efficaces (et moins coûteuses) que la dépollution. En dernière analyse, les mesures préventives nécessiteront la coopération de tous les agents dans le domaine de l'environnement et exigeront une modification radicale des attitudes et des comportements individuels. Elles consisteront notamment à modifier les processus de production et de consommation, les techniques utilisées pour les activités décrites dans la section A, et les valeurs culturelles.

Les réactions peuvent donc se classer sommairement en plusieurs mesures défensives ou curatives (dépollution ou fuite) et en mesures préventives (modification ou réglementation des comportements humains). Il faut en outre traiter séparément les réactions du secteur public (législation, réglementation et budgets publics consacrés à l'environnement) et celles du secteur privé (respect des réglementations par les ménages et les entreprises, réactions aux incitations économiques, par exemple installation d'équipement antipollution ou recyclage des ordures ménagères). Un autre type de réaction individuelle consiste à fuir les environnements dégradés; mais cette option n'est possible que pour ceux qui peuvent en supporter le coût.

On peut distinguer trois grandes catégories de politique de l'environnement:

a) La protection de l'environnement vise à améliorer et maintenir la qualité des systèmes cycliques naturels (air et eau), des écosystèmes, de la santé humaine et la qualité de la vie dans la mesure où elles sont liées à la qualité écologique des habitats humains et des systèmes naturels;

b) La conservation de l'environnement intervient dans l'exploitation de biens naturels et culturels précieux (établissement d'un système de parcs nationaux et de monuments historiques), de ressources renouvelables et non renouvelables (économie d'énergie, conservation des sols, des eaux, de la faune et de la flore) et du matériel génétique (conservation des espèces rares et menacées);

c) Le développement durable et écologiquement rationnel est une approche plus holistique des objectifs écologiques qui consiste à intégrer ces derniers dans les objectifs économiques. Pour le développement durable, il est préconisé d'internaliser les externalités écologiques de la production et de la consommation, de promouvoir des techniques sans danger pour l'environnement, d'assurer la transmission des ressources aux générations futures (gestion durable des ressources) et de mettre en place une coopération internationale pour l'utilisation et la gestion durables des ressources naturelles partagées et de l'indivis mondial.

Les réactions collectives et individuelles sont le fait des gouvernements, des entreprises des institutions, des ménages et des particuliers. Du point de vue statistique, les réactions doivent être définies de façon quantifiable, c'est-à-dire en termes de variables mesurables telles que les dépenses, les superficies protégées, les quantités de matières recyclées, etc. Toutefois, les réactions individuelles reflètent des valeurs personnelles et culturelles qui ne peuvent être évaluées qu'au moyen d'enquêtes sur les attitudes et les opinions. L'interprétation des données subjectives est controversée (Cf. section C.4.2). Une des principales réactions collectives consiste à promulguer des lois et règlements et à mettre en place des systèmes capables de les faire respecter. Des données pertinentes peuvent être trouvées dans les archives administratives (nombre d'inspections, nombre d'amendes, suite donnée aux plaintes du public pour cause de nuisance).

Le coût de la protection de l'environnement est parfois considéré comme une dépense "défensive". Il s'agit des coûts qu'imposent aux entreprises, aux ménages et au trésor public le maintien de la qualité de l'environnement et l'utilisation durable des ressources. Ces dépenses et les autres coûts liés à l'épuisement et à la dégradation du capital naturel sont incorporés dans un système intégré de comptabilité économique-écologique à laquelle travaille actuellement le Bureau de statistiques du Secrétariat du système des Nations Unies.^{30/} La mesure des dépenses liées à l'environnement dépend de la définition de ces dépenses: en comptabilité classique, ce sont

les investissements et le coût de fonctionnement des opérations de traitement des eaux usées, des équipements antipollution et de l'évacuation des déchets et des produits dangereux. Les coûts d'administration et ceux des mesures d'exécution y sont parfois compris si les administrations responsables de la protection et de la conservation de l'environnement sont clairement identifiées. Les dépenses consacrées à l'environnement par d'autres administrations, par exemple celles des programmes de défense et restauration des sols des ministères de l'agriculture ou de reboisement du service des forêts sont généralement plus difficiles à identifier dans les comptes de ces administrations.

On peut distinguer les catégories suivantes de mesures de l'infrastructure destinée à maintenir la qualité de l'environnement et à assurer la gestion des ressources naturelles:

a) Superficie des terres protégées par la législation telles que parcs nationaux, réserves naturelles et autres zones dont l'utilisation est réglementée, telles que les ceintures vertes autour des villes;

b) Infrastructures fixes telles que capacité installée d'équipement antipollution, usines de traitement des eaux usées, équipement de dépollution d'urgence, installation d'élimination et de recyclage des déchets;

c) Réseau de stations de surveillance;

d) Installations nécessaires à la gestion des ressources naturelles et à la recherche, telles qu'écloseries, pépinières ou laboratoires;

Les variables représentant les réactions identifiées dans la section C se répartissent entre quatre grands sujets à savoir:

a) C.1, Aménagement et restauration des ressources (gestion des ressources naturelles)

b) C.2, Surveillance de la pollution et lutte contre la pollution (maintien de la qualité de l'environnement)

c) C.3, Prévention des catastrophes naturelles et réduction des risques;

d) C.4, Réactions du secteur privé (particuliers, ménages et entreprises).

Les trois premières catégories sont des réactions collectives qui relèvent normalement des politiques et des budgets nationaux. La quatrième est la réaction du secteur privé. Les variables de la section C.4 peuvent se recouper avec celles de la section C.1 (par exemple dans le cas des plantations forestières privées et publiques) de sorte que la distinction n'est pas toujours facile.

C.1 AMENAGEMENT ET RESTAURATION DES RESSOURCES

L'aménagement des ressources au sens classique vise à optimiser la productivité économique des ressources naturelles pour accroître le revenu des branches de production basée sur les ressources naturelles, c'est-à-dire l'agriculture, la foresterie, la pêche et les industries extractives, etc. En tant que réaction aux incidences sur l'environnement, l'aménagement des ressources prend la forme d'une gestion du capital naturel dans l'intérêt des générations présentes et futures, l'objectif étant d'assurer le développement durable et d'améliorer la qualité de l'environnement. Pour atteindre cet objectif, on a recours à une planification à long terme des flux d'énergie et de matière, ainsi qu'à des mesures de conservation des terres et des eaux et de protection de l'environnement. Cette gestion élargie et polyvalente des ressources comprend les activités suivantes:

- a) Protection et conservation des écosystèmes, y compris les ressources génétiques;
- b) Restauration des écosystèmes dégradés;
- c) Production économique durable à partir des stocks de ressources naturelles;
- d) Economie et utilisation efficiente des ressources biologiques, des sols, des eaux et de l'énergie;
- e) Utilisation des terres respectueuse de l'écologie et des valeurs culturelles (il s'agit d'éviter autant que possible les conflits d'utilisation des terres);
- f) Promotion d'une éthique de la conservation par l'éducation, l'information, la recherche et des incitations économiques positives ou négatives.

Les statistiques des ressources naturelles ont été créées pour les besoins relativement limités de l'exploitation économique. Il faudra modifier les statistiques classiques et les compléter afin qu'elles puissent servir à l'évaluation de stratégies polyvalentes. Elles devront couvrir non seulement les

dépenses mais aussi l'emploi, les zones d'aménagement, les programmes de restauration, les économies de matière et d'énergie, la recherche et l'éducation. Elles pourront aussi être complétées par des renseignements de base sur les systèmes législatifs et réglementaires, sur les attitudes à l'égard de l'environnement (Cf. section C.4.2) et sur la coopération internationale en vue de l'aménagement des ressources.

La plupart des données peuvent être obtenues dans les archives des ministères et des agences s'occupant de l'aménagement des ressources: ministères de l'agriculture, des forêts et des pêches, agences responsables de la protection et de la conservation de la nature. Dans les pays où il existe des organismes de planification, les rapports annuels et les plans sectoriels spéciaux sont une riche source de données sur les crédits budgétaires alloués aux programmes d'aménagement, de restauration et de conservation des ressources. On notera que l'aménagement des ressources relève souvent des administrations régionales et locales, dont les archives devront donc être consultées pour obtenir un tableau complet.

C.1.1 Protection et conservation de la nature

Les variables identifiées ici décrivent les activités visant à protéger les biens naturels et culturels, les habitats uniques, la vie sauvage. Les niveaux de protection dépendent de plusieurs facteurs tels que les activités préexistantes dans les zones protégées (par exemple tribus de chasseurs et de pasteurs), les utilisations polyvalentes (récolte des arbres et habitat de la faune sauvage) et les possibilités d'accès pour les loisirs et le tourisme. La nécessité de protéger les écosystèmes aquatiques s'est imposée de façon particulièrement urgente ces derniers temps à cause de l'exploitation des minéraux et des hydrocarbures des fonds sous-marins, des activités récréatives et des pressions croissantes exercées sur les zones côtières par la récolte des ressources biologiques, la restructuration des côtes, la pollution d'estuaires et l'utilisation de la force marée-motrice (voir section B.2.2.2). En particulier, ces variables doivent permettre d'évaluer les progrès accomplis dans la réalisation des objectifs de la Stratégie mondiale de la conservation et dans la mise en oeuvre des recommandations relatives à la conservation des écosystèmes.^{31/} Le Tableau 5 indique les variations sur dix ans des superficies des différentes catégories de terres protégées en Indonésie.

Variables	Classification	Observations
a. Réseau de parcs nationaux (km ²)	Ecologique <u>a/</u>	Indicateurs: pourcentage des écosystèmes
b. autres zones protégées (km ²)	Niveau de protection écologique <u>a/</u>	Y compris réserves de faune, voies de migration protégées, écosystèmes aquatiques
c. Faune protégée (nombre)	Type d'espèce <u>b/</u>	Sur la base de la liste des espèces rares et menacées <u>c/</u>
d. Dépenses publiques et nombre de personnes employées pour la protection et la conservation de la nature (\$, nombre)	But	Indicateurs: pourcentage des budgets publics, nombre de gardes par hectare protégé
e. Superficie du territoire aménagé dans le pays (km ²)	Type d'aménagement	Y compris aménagement des bassins versants et planification des ressources au niveau régional

a/ Voir section D.4, Inventaires des écosystèmes.

b/ Voir section D.1.4, Inventaires de la faune et de la flore.

c/ Voir par exemple *Livre rouge* de l'Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN).

C.1.2 Aménagement et conservation des ressources naturelles

Les aspects économiques de l'aménagement et de l'utilisation des ressources naturelles sont décrits avec les données concernant les activités dans la section A.1, Utilisation des ressources naturelles et activités connexes. Les aspects traités dans la présente section sont la conservation des ressources renouvelables et l'utilisation efficiente à long terme des ressources non renouvelables. Les statistiques proposées sont essentiellement des indicateurs de l'aménagement durable des ressources. Les variables identifiées sont principalement des mesures des programmes de conservation (superficie couverte, dépenses publiques, pourcentage de la population concerné, etc.). Les programmes sont des programmes de conservation des sols, des eaux et de l'énergie, d'écodéveloppement (développement rural intégré),^{32/} de réglementation de l'utilisation des ressources, d'utilisation des ressources renouvelables, d'éducation et de recherche ainsi que de soutien international.

Tableau 5. Evolution des zones terrestres et marines protégées en Indonésie, 1976/1977-1987/1988

Année	Zones de conservation terrestres				Zones de conservation marine				Total	Parcs nationaux			
	Réserves naturelles	Réserves de faune	Parcs de loisirs	Parcs cynégétiques	Parcs marins	Parcs marins	Parcs marins	Parcs marins		Unité Superficie/	Unité Superficie/		
(1)	Unité Superficie/ (2) (3)	Unité Superficie/ (4) (5)	Unité Superficie/ (6) (7)	Unité Superficie/ (8) (9)	Unité Superficie/ (10) (11)	Unité Superficie/ (10) (11)	Unité Superficie/ (10) (11)	Unité Superficie/ (10) (11)	Unité Superficie/ (12) (13)	Unité Superficie/ (14) (15)			
1976/1977	121	212 006	28	1 543 097	11	869	3	126 470	1	1 000	164	1 883 442	-
1977/1978	124	220 829	29	1 546 097	11	869	3	126 470	2	3 500	169	1 897 765	-
1978/1979	138	3 553 536	38	2 444 434	20	35 036	7	227 470	3	4 600	206	6 265 076	-
1979/1980	154	3 792 566	48	4 284 058	28	132 502	8	231 221	3	4 600	241	8 444 947	-
1980/1981	162	6 204 041	56	4 489 258	35	133 954	10	325 921	3	4 600	266	11 157 774	5 986 294
1981/1982	166	6 279 451	64	4 645 137	49	142 534	10	325 921	3	4 600	292	11 397 643	5 986 294
1982/1983	174	6 781 173	66	4 905 358	52	171 574	10	325 921	5	7 480	307	12 191 506	16 4 406 671
1983/1984	174	6 784 150	67	4 913 223	54	173 592	10	326 291	5	8 600	310	12 205 856	16 4 406 671
1984/1985	177	6 827 780	67	4 913 223	55	175 592	10	326 291	5	8 600	311	12 251 486	19 4 665 326
1985/1986	180	6 908 480	69	5 009 977	55	178 730	10	326 291	5	8 600	319	12 432 078	19 4 665 326
1986/1987	184	6 778 604	72	5 045 833	63	195 705	12	364 541	6	14 600	337	12 399 283	19 4 665 326
1987/1988	177	5 913 357	70	5 698 519	60	260 018	13	327 507	7	72 930	327	12 272 331	19 4 776 951

Source: Central Bureau of Statistics, Environmental Statistics of Indonesia 1988 (Jakarta, 1988).

a/ Hectares.

Certaines de ces activités relèvent du secteur privé - en particulier le recyclage des matériaux - et peuvent être traitées comme un investissement ou une dépense renouvelable pour améliorer la productivité des ressources (Cf. section C.4).

Variables	Classification	Observations
a. Conservation des sols, des eaux, de l'énergie, des stocks halieutiques et des forêts (\$, km ² , %)	Type de programme	Depuis les programmes de village jusqu'aux programmes nationaux
b. Eco-développement (\$, km ² , %)	Type de projet	Y compris lutte biologique contre les ravageurs, agriculture organique, arboriculture, éco-développement villageois
c. Réglementation de l'exploitation des ressources (\$, km ²)	Type de réglementation	Utilisation des récoltes et des ressources, quotas et restrictions
d. Energie renouvelable (\$, km ² , %)	Type de projet	Y compris bois de village, chauffage solaire, méthane, recyclage des déchets organiques
e. Recherche, surveillance et éducation (\$, km ² , % nombre)	Type de programme	Par exemple inventaires, télédétection et programmes d'éducation
f. Coopération technique (\$)	Type de programme	Soutien international aux activités de conservation

C.1.3 Restauration des environnements dégradés

Les variables décrivant la restauration des environnements dégradés sont les grands investissements visant à remédier aux effets de la surexploitation des ressources renouvelables et non renouvelables et des autres activités humaines (Cf. section A.1.8, Restructurations de l'environnement). Toutefois, il faudra dans certains cas y ajouter les activités locales pertinentes, par exemple en ventilant les données du tableau ci-après. Parmi les données les plus importantes, on citera les programmes et projets de restauration des habitats de la faune sauvage, des terres agricoles dégradées et des sites de mines abandonnées (Cf. section A.1.5.2), de reboisement et de récupération des déserts, ou tout au moins de lutte contre la déforestation et la désertification. Ces programmes sont parfois intégrés dans de grands projets de développement économique. Une approche possible consiste à comparer les données décrivant la nature et l'étendue

des travaux de restauration avec les superficies touchées par la désertification (B.2.3.1) ou la déforestation (B.1.1.2) et les populations et réductions de populations des espèces animales et végétales menacées. On obtiendrait ainsi un bilan des pertes et des gains permettant d'estimer les effets nets.

Variables	Classification	Observations
a. Terres agricoles (\$, km ²)	Type de programme	En terres agricoles épuisées et abandonnées (restauration des sols)
b. Zones déboisées (\$, km ²)	Type de programme	Grands projets de reboisement
c. Zones désertifiées (\$, km ²)	Type de programme	Grands projets de lutte contre la désertification, par exemple par le déplacement de populations
d. Systèmes aquatiques côtes, marécages (\$, km ²)	Type de programme	Restauration de systèmes
e. Faune et flore (\$, km ² , nombre)	Type de programme	Restauration des habitats d'espèces menacées
f. Autres zones (\$, km ²)	Type de programme	Mines, sites industriels, champs de bataille, etc.

C.2 SURVEILLANCE DE LA POLLUTION ET LUTTE CONTRE LA POLLUTION

La présente section décrit une série d'indicateurs statistiques des réactions collectives à la pollution de l'environnement. Les réactions individuelles (ou "de défense") des ménages et des entreprises sont décrites dans la section C.4, Réactions du secteur privé. Les réactions telles que les normes de pollution de l'air en ville, la surveillance de la qualité de l'air, le ramassage et l'évacuation des déchets solides, y compris le recyclage, sont traités dans *Satistiques des établissements humains* (Cf. sections C.2.1, Normes, règlements et infractions, C.2.2, Surveillance, C.2.3, Traitement, évacuation et recyclage des déchets et C.2.4, Dépenses afférentes à la lutte contre la pollution). Sont présentées ici les variables relatives à la pollution des eaux, aux activités de surveillance et de lutte, à la contamination des aliments et à l'appui du secteur public (par exemple dans le domaine de la recherche-développement).

Les données peuvent être obtenues principalement dans les archives des organismes responsables de la protection de l'environnement et dans les comptes-rendus des dépenses de l'Etat et des collectivités locales. Les dossiers des agences de l'eau et des enquêtes sur les installations de traitement des eaux peuvent aussi être des sources de données intéressantes sur les capacités de traitement, le nombre de ménages desservis etc..

C.2.1 Recherche sur la pollution et surveillance

Les pouvoirs publics consacrent de plus en plus de moyens à la recherche, à la surveillance et à la collecte d'informations utiles pour améliorer la protection de l'environnement. La recherche est un préalable indispensable pour comprendre les relations entre les activités humaines et la pollution de l'environnement et c'est elle qui fournit les bases pour les systèmes de surveillance, les normes et les programmes de protection de l'environnement. La différence entre recherche et surveillance n'est pas toujours très nette. On peut toutefois distinguer la surveillance visant à assurer le respect des règlements de celle qui vise à évaluer l'état de l'environnement et son évolution.

La surveillance comprend la mise en place d'un réseau de stations de surveillance de la pollution, la collecte et le collationnement des données, et enfin leur analyse. L'interprétation des données de télédétection et les sondages effectués exceptionnellement dans certaines zones ou certaines populations pour détecter la pollution, ses effets et son évolution doivent aussi être compris dans cette section. Les facteurs à prendre en considération lors de la conception d'un système de surveillance sont les suivants:

a) La variabilité de l'environnement dans le temps et dans l'espace, qui rend souvent difficile de distinguer les signaux du bruit;

b) L'absence de convergence; alors que dans les modèles d'équilibre de la théorie statistique classique on observe en général une convergence des séries statistiques, dans le domaine de l'environnement on a affaire à des systèmes chaotiques dans lesquels la variable importante est souvent l'amplitude plutôt que la tendance;

c) Les corrélations dans le temps et dans l'espace. Les éléments sont corrélés dans le temps et dans l'espace. Le contenu d'information d'un système de surveillance de l'environnement est moins grand qu'il ne pourrait paraître parce que les mesures

effectuées correspondent à une observation unique et ne peuvent être extrapolées ni dans le temps ni dans l'espace. Etant donné le coût très élevé des systèmes de surveillance, cette question n'est pas triviale;

d) Les relations de cause à effet. Il est bien connu qu'un coefficient de corrélation élevé implique une concomitance, mais pas nécessairement une relation causale. Si la surveillance vise entre autres à faire mieux comprendre les phénomènes ou à permettre les prédictions, il ne suffit pas de surveiller la variable visée ni même d'étendre la surveillance à toutes celles qui sont en corrélation étroite avec elle: il faut surveiller les processus sous-jacents. Il pourra être nécessaire de développer sans cesse le système de surveillance à mesure que s'améliorera la compréhension des phénomènes.

e) Les distorsions: la conception du système de surveillance peut être faussée par une vision incomplète ou erronée du comportement de l'environnement ou être imparfaite pour des raisons de technologie ou de coût. Il peut donc arriver que les données ne soient pas pertinentes ou qu'elles perpétuent les mythes et préjugés existants.

Les variables du tableau ci-après décrivent les activités de recherche et de surveillance dans le domaine de la pollution et de la contamination des aliments. On y comprendra les budgets publics de recherche sur l'environnement, l'intensité de la surveillance de la qualité de l'eau, et notamment les analyses de laboratoire, ainsi que les dépenses publiques de surveillance de la contamination des aliments, le personnel et les moyens affectés à cette surveillance. Les dépenses et moyens affectés à la détection de la contamination de la faune, de la flore et des sols sont aussi des variables pertinentes.

Variables	Classification	Observations
a. Recherche sur la pollution (\$, nombre)	Type de recherche	Y compris budget de recherche et effectifs des stations de recherche du secteur public et des universités
b. Stations de surveillance de la qualité de l'eau (\$, nombre)	Type de polluant	Indiquer les bassins hydrographiques surveillés, etc.
c. Surveillance de la contamination des aliments (\$, nombre)	Type de service Type de contaminant	

d. Autres activités de surveillance (\$, nombre)	But	Y compris surveillance de l'acidification des écosystèmes
--	-----	---

C.2.2 Normes, règlements et mesures d'exécution

Les variables présentées ci-dessous décrivent les activités et les dépenses consacrées à l'administration des règlements écologiques et aux mesures d'exécution. Les règlements portent le plus souvent sur la teneur et le volume des émissions, la production, le transport, l'utilisation et le stockage des substances dangereuses, les concentrations tolérées de conservants, additifs et résidus de pesticides et l'hygiène de la production et de la distribution des aliments. Il convient de consulter les listes de substances réglementées et les normes applicables aux effluents.

Variables	Classification	Observations
a. Liste des substances réglementées et normes (nombre, ppm)	But	Santé humaine, qualité du milieu et protection des biotes; ne pas inclure les milieux clos, indiquer les valeurs maximales tolérées et recommandées
b. Inspections et infractions (nombre)	But Industrie	Nombre d'inspections et d'inspecteurs, pourcentage d'infractions
c. Licences délivrées et consommation des produits chimiques réglementés (nombre, t, kg)	Type de produits chimiques a/	Principalement pesticides, mais éventuellement aussi conservants pour les aliments et pour le bois

a/ Voir section A.2.2, Application de produits biochimiques.

C.2.3 Dépollution et restauration de l'environnement

Des opérations de dépollution peuvent être lancées à la suite d'événements soudains tels que marées noires ou accidents industriels, ou pour remédier à l'accumulation graduelle de polluants (par exemple dans une décharge). La restauration est une réaction qui vise à récupérer la fonction écologique des environnements très pollués. Les variables pertinentes sont les coûts (y compris les indemnités), les superficies traitées et d'autres mesures de la dépollution et de la restauration. On notera que les opérations de dépollution sont à certains égards des opérations d'urgence et peuvent donc être assimilées aux secours visant à atténuer les effets des catastrophes naturelles, surtout quand une action rapide est nécessaire pour sauver des

vies humaines ou animales. En revanche la restauration de l'environnement est en général considérée comme une entreprise de longue haleine demandant parfois plusieurs années d'efforts soutenus, comme dans les cas des Grands Lacs en Amérique du Nord.

Variables	Classification	Observations
a. Opérations d'urgence (nombre, km ² , \$)	Type de polluant Type d'écosystème	Sur la base des rapports d'opérations
b. Dépollution (nombre, km ² , \$)	Type de polluant Type d'écosystème	Sur la base des rapports de dépollution
c. Restauration (nombre, km ² , \$)	Type de polluant Type d'écosystème	Sur la base des rapports d'activité

C.2.4 Moyens de lutte contre la pollution dans le secteur public

Une des principales réactions à la pollution de l'environnement consiste à mettre en place des services publics de lutte contre la pollution. La distinction entre les réactions collectives et les réactions individuelles n'est pas toujours très nette. Par exemple l'Etat peut investir dans la dépollution directement en mettant en place des moyens de lutte contre la pollution pour les entreprises, ou indirectement en accordant à celles-ci des avantages fiscaux. Les petites entreprises utilisent généralement les services anti-pollution des municipalités, mais contribuent parfois au coût du traitement des déchets par des redevances spéciales. L'essentiel des investissements publics est consacré à la construction d'usines de traitement des eaux usées. On construit de plus en plus d'installations pour le traitement des déchets dangereux et on cherche les moyens de les stocker en lieu sûr. La question des déchets solides urbains (ramassage des ordures) est traitée dans *Statistiques des établissements humains* (C.2.3, Traitement, évacuation et recyclage des déchets). Il est suggéré de relever séparément les dépenses d'équipement et les dépenses d'exploitation. On pourrait aussi relever la capacité des installations, le type de traitement, la population desservie et le nombre de personnes employées.

Variables	Classification	Observations
a. Traitement des eaux (\$, nombre, t, m ³)	Type de traitement bassins hydrographique	Mécanique, chimique et biologique (y compris capacité en m ³ , population desservie et niveau de traitement)

b. Evacuation des boues (t)	Bassin hydrographique	Y compris recyclage (par exemple fertilisants)
c. Traitement des déchets dangereux et sites de stockage (\$, nombre, t, m ³)	Type de traitement	Recyclage, enfouissement, etc.
d. Transferts de fonds publics aux entreprises pour la lutte contre la pollution (\$)	Type d'industrie	Subventions, incitations fiscales

C.3 PREVENTION DES CATASTROPHES NATURELLES ET ATTENUATION DES RISQUES

Face à la violence des forces naturelles, les réactions peuvent être:

a) Scientifiques: étude des causes et des cheminement des phénomènes naturels pour prévoir leur déclenchement, leur fréquence et leur ampleur;

b) Techniques: prévention des catastrophes naturelles par des systèmes de maîtrise des eaux et des constructions résistantes au vent et anti-sismiques;

c) Biologiques: comme les réponses techniques, les mesures biologiques sont essentiellement préventives; toutefois, dans ce cas, c'est la nature elle-même qui est utilisée comme agent de prévention. Les principales méthodes sont le boisement des bassins supérieurs des cours d'eau, le maintien d'un couvert végétal pour prévenir l'érosion et la lutte biologique contre les ravageurs (Cf. C.1.2.b);

d) Administratives: mise en place de systèmes de surveillance, réglementation, aménagement du territoire, plans d'organisation des secours, constitution de stocks de vivres et de matériaux (et éventuellement, politique de sécurité alimentaire consistant à stocker les excédents pour les distribuer en mauvaise année);

e) Humanitaires: solidarité internationale en cas de grave catastrophe naturelle. La capacité de réaction dépend dans une certaine mesure des services de secours existant sur place.

Les variables présentées ici constituent des indicateurs des réactions (coût, infrastructures, superficies). Les variables décrivent les mesures prises pour prévenir les inondations, les opérations de surveillance et de prévision des catastrophes

naturelles et du cheminement des phénomènes naturels violents, les mesures d'urgence prises pour réduire leurs effets, y compris l'évacuation des populations, et pour en atténuer les séquelles (secours médicaux, abris, aliments, dépollution et restauration). Les mesures administratives sont par exemple les codes de la construction (normes anti-sismiques), l'aménagement du territoire, la réglementation de l'utilisation des plaines inondables, la prévention des incendies. Les mesures classées dans la section C.1, Aménagement et restauration des ressources, peuvent contribuer à atténuer les catastrophes naturelles, en particulier les sécheresses, les inondations et les glissements de terrain. Le tableau 6 indique le coût des mesures prises au Pakistan en réaction aux inondations répétées, ainsi que le volume des terrassements et constructions.

Les sources de données sont les agences des eaux, les services de planification et les organismes publics responsables des opérations d'urgence (dans certains pays, ce peut être l'armée), ainsi que les administrations locales et régionales et les organisations non gouvernementales. L'interprétation des images de télédétection peut être utile pour évaluer les superficies couvertes par les programmes de prévention, par exemple par les ouvrages de maîtrise des eaux.

Variations	Classification	Observations
a. Recherche et surveillance (\$, nombre)	Type d'activité	Sismologique, météorologique et hydrologique, etc.
b. Infrastructures physiques de protection contre les catastrophes naturelles (\$, nombre, km ²)	Type d'infrastructure	Barrages, levées digues, réseaux de drainage, abris, etc.
c. Activités biologiques (\$, km ²)	Type d'activité	Y compris plantations d'arbres pour freiner le ruissellement
d. Organisation des secours (\$, nombre)	Type d'organisation	Fournitures médicales, moyens de transport, stocks alimentaires, etc.
e. Règlements administratifs	Type de réglementation	Liste des règlements y compris code de la construction, règlements d'occupation des sols, etc.

Tableau 6. Programme de maîtrise des eaux du sixième Plan quinquennal du Pakistan

Agence	Terrassement		Maçonnerie		Restructuration des barrages, études de faisabilité, etc. <u>b/</u>
	Quantité MCF <u>a/</u>	Coût Mil. Rs <u>b/</u>	Quantité MCF <u>a/</u>	Coût Mil. Rs <u>b/</u>	
Zone fédérale	200	120	5	38	-
Pendjab	600	360	15	112	-
Sind	500	300	15	112	-
Baluchistan	50	30	5	38	515
Province de la frontière du Nord-Ouest	150	90	15	112	-
Jammu-et-Cachemire	100	60	5	38	-
Total	1 600	960	60	450	515

Source: Federal Bureau of Statistics, Environment Statistics of Pakistan (Karachi, 1984)

a/ Million de pieds cubes.

b/ Millions de roupies.

C.4 REACTIONS DU SECTEUR PRIVE

La présente section traite des réactions des entreprises et des ménages: internalisation des coûts écologiques de la production, modification des attitudes et comportements ainsi que des modes de production et de consommation. Le recyclage des résidus est considéré non seulement comme nécessaire pour le développement durable et l'utilisation efficiente des ressources, mais aussi comme un moyen de réduire le volume des déchets à évacuer, ce qui est devenu essentiel dans les zones très urbanisées. Les activités de recyclage des ménages, des municipalités et des industries sont traitées séparément.

Les sources de données sont les enquêtes sociales et économiques, les archives administratives, les rôles des impôts (incitations et pénalités fiscales pour les mesures et équipements anti-pollution) et les bases de données établies aux fins du contrôle des substances dangereuses. La grande presse et les organisations non gouvernementales font souvent des sondages d'opinion qui peuvent aussi être une source d'informations utiles.

C.4.1 Entreprises

Les principes "pollueur payeur" et "usager payeur" veulent que le coût de la lutte contre la pollution et de l'épuisement des ressources naturelles soit à la charge des entreprises. Les variables décrivant le coût de la pollution atmosphérique et de l'évacuation des déchets solides sont classées dans *Statistiques des établissements humains*. Les tentatives de comptabilité de l'environnement visent à internaliser ces coûts dans les nouvelles statistiques de la comptabilité nationale (Cf. annexe I).

Les variables décrivant le coût du traitement des eaux pour les entreprises (installations de traitement des eaux usées, étangs et bassins de décantation) ainsi que les surcoûts que leur imposent les réglementations applicables à l'utilisation, au transport et à l'évacuation des substances dangereuses, sont décrites ci-après. Pour que le tableau soit complet, il faut inclure les dépenses de recherche-développement visant à mettre au point des techniques respectueuses de l'environnement et les investissements que nécessite l'application de ces techniques (procédés peu polluants et générant peu de déchets, recyclage, remplacement des substances dangereuses pour l'environnement). Il faut inclure également les dépenses consacrées à la mise au point de produits de consommation "verts" (aliments "organiques", boîtes et bouteilles recyclables, matières plastiques

biodégradables et produits de remplacement des chlorofluorocarbones). Les déchets vendus comme matière première à d'autres entreprises peuvent être classés aussi bien avec les sous-produits qu'avec les produits recyclés.

Il est généralement difficile de séparer les coûts de protection de l'environnement des coûts généraux de production, et ce pour trois raisons principales. Premièrement, les entreprises peuvent comptabiliser comme coût de lutte contre la pollution des modifications des procédés qui en fait réduisent les coûts totaux de production; deuxièmement, elles peuvent présenter des dépenses d'exploitation normales comme des coûts de la lutte antipollution et troisièmement le coût de certaines mesures qui ne font que modifier les cheminements de la pollution sans en réduire les effets totaux ne représente pas une véritable contribution à la protection de l'environnement: c'est le cas par exemple des hautes cheminées qui diffusent les émissions sur une zone plus vaste et qui ne sont pas la meilleure solution du problème des émissions polluantes. Il faut tenir compte de ces problèmes dans la conception des enquêtes sur la lutte anti-pollution.

Variables	Classification	Observations
a. Traitement des eaux usées (\$, m ³)	Type d'industrie Type de traitement	Installations de traitement appartenant aux entreprises
b. Surcoûts entraînés par la manutention des déchets dangereux (\$, t)	Type d'industrie Type de substance a/	Production, distribution et évacuation
c. Recyclage (\$, t, %)	Type d'industrie Type de matériau	Réutilisation et recyclage b/
d. Investissement dans des techniques respectueuses de l'environnement et peu exigeantes en ressources et surcoûts correspondants (\$)	Type de procédé Type d'industrie	Y compris les économies d'énergie et de matières premières et la réduction des déchets
e. Surcoûts entraînés par la production de biens de consommation sans danger pour l'environnement (\$)	Type de produits	Y compris coûts de recherche-développement et de remplacement des matières premières

a/ Sur la base des listes de substances dangereuses pour l'environnement

b/ Voir C.2.3.b dans *Statistiques des établissements humains*.

C.4.2 Ménages

Les réactions des ménages aux problèmes d'environnement se traduisent par des modifications du comportement des consommateurs. La sensibilisation à l'environnement a amené à privilégier des activités de loisirs plus "écologiques". Certains de ces nouveaux comportements sont "défensifs" en ce sens qu'ils visent à protéger la santé ou à échapper à la dégradation de

l'environnement, tandis que d'autres sont plus positifs et se traduisent par des actions locales concrétisant des idées générales.

Les variables décrivant ce type de comportement sont les modifications de la structure des dépenses des consommateurs, le recyclage des déchets dans les ménages, les achats de produits sans danger pour l'environnement et les économies d'énergie. Les gouvernements encouragent ces réactions par des campagnes d'éducation et de sensibilisation (Cf. section C.1.2). Les sondages d'opinion donnent une indication de la façon dont les problèmes d'environnement sont perçus par le public. Le Tableau 7 donne les résultats d'une telle enquête effectuée au Canada.

Variables	Classification	Observations
a. Mode de consommation (\$)	Type de consommation a/	Enquête sur les dépenses des consommateurs
b. Matériaux recyclés (t)	Type de matériaux	Evacuation des déchets sans danger pour l'environnement
c. Comportement (%)	Type d'activité	Enquête sur les comportements pour déterminer le pourcentage de la population participant à des programmes de recyclage
e. Attitudes/opinions (%)	Type d'enquête	Séries chronologiques

a/ Noter les comportements sélectifs par exemple choix d'essence sans plomb ou d'emballages en papier, taille des automobiles, etc.

D. STOCKS ET INVENTAIRES

Les stocks décrivent l'état de l'économie et de l'environnement et les flux décrivent leur variation. Les variables statistiques mesurant les variations sont identifiées dans les sections A, B et C. Les variables statistiques permettant d'évaluer les stocks de ressources naturelles sont décrites ci-après. Les variations qualitatives et quantitatives de ces ressources sont présentées à la section B.

Il existe d'importantes relations entre cette catégorie du CDSE et la comptabilité des ressources naturelles (CRN). Les bases données sur les stocks et inventaires de ressources naturelles sont le fondement de la CRN. Celle-ci à son tour constitue la contrepartie matérielle de la comptabilité de l'environnement en termes monétaires et permet d'intégrer les statistiques de l'environnement présentées dans le CDSE dans les systèmes de comptabilité nationale (SCN). Ces relations sont étudiées plus en détail à l'Annexe I.

Tableau 7. Perception par le public des problèmes écologiques les plus importants aux niveaux national et provincial, 1981
(en pourcentage)

Problèmes	Canada	Canada atlantique	Québec	Ontario	Canada occidental
"Au Canada"					
Pollution de l'eau	22	13	26	23	22
Pluies acides	18	24	14	14	18
Pollution de l'air	9	9	10	10	5
Pollution industrielle	8	6	9	9	12
Pollution (non précisée)	7	7	8	8	4
Pollution de l'air et de l'eau	6	7	5	5	6
Dépotoires/décharges de produits chimiques	3	3	1	4	3
Destruction des forêts	2	4	4	1	2
Destruction de la faune	1	0	2	1	1
Urbanisation/absence d'espaces verts	1	1	1	1	1
Pollution du sol	1	1	2	1	2
Ne sait pas et autre	22	25	18	20	23
"Dans votre province"					
Pollution de l'eau	27	11	43	21	26
Pluies acides	15	12	10	27	6
Pollution de l'air	8	6	6	11	8
Pollution industrielle	9	5	8	9	10
Pollution (non précisée)	6	6	8	7	4
Pollution de l'air et de l'eau	6	3	5	5	7
Dépotoires/décharges de produits chimiques	4	2	2	5	4
Destruction des forêts	6	36	2	1	5
Destruction de la faune	2	2	2	1	2
Urbanisation/absence d'espaces verts	1	0	1	1	3
Pollution du sol	1	1	1	1	2
Ne sait pas et autre	15	16	12	11	23

Sources Statistique Canada, Activités humaines et environnement, Répertoire statistique (Ottawa, 1986).
a/ Taille totale de l'échantillon: 1 960 personnes.

Pour l'analyse de la productivité naturelle, il est utile de distinguer le stock de capital ou capital fixe des stocks d'en-cours ou fongibles. En économie, le capital est un facteur de production et les stocks d'en-cours sont des biens produits mais non encore utilisés, en d'autres termes, des biens disponibles pour la consommation intermédiaire ou finale. Par analogie, on peut définir le capital naturel comme les biens environnementaux non fongibles qui fournissent les services nécessaires à la production d'autres biens et services ou à la consommation finale (loisirs par exemple). Les écosystèmes, les systèmes cycliques naturels (eau, air), la terre et le matériel génétique font partie du stock de capital naturel. Les stocks fongibles peuvent consister en ressources biologiques et réserves souterraines de minéraux et de combustibles fossiles. Ces stocks peuvent être utilisés comme intrants dans la production économique ou pour la consommation finale (par exemple comme aliments).

La classification des ressources naturelles en capital et stocks fongibles est ambiguë à cause du caractère polyvalent des ressources. Par exemple, des bovins de reproduction doivent être considérés comme faisant partie du stock de capital tandis que les animaux de boucherie sont un bien intermédiaire qui sert d'intrant (pour les industries agro-alimentaires). Il faut par ailleurs tenir compte des variations de l'utilisation. Par exemple, l'eau peut être traitée comme une composante du système d'entretien de la vie ou comme un élément d'actif du secteur des loisirs. D'où la nécessité d'une approche pluraliste des bases de données sur les stocks. Idéalement, les bases de données sur les ressources naturelles devraient être conçues de façon à pouvoir reclasser les éléments d'actif selon leurs fonctions écologiques et économiques. Par exemple, les ressources forestières peuvent être reclassées par écosystème pour estimer la capacité de charge des forêts en tant qu'habitats de la faune sauvage.

Les statistiques des stocks de ressources naturelles présentent un tableau actuel de ces ressources. Mais les bases de données doivent être complétées par des données historiques et des données de référence pour permettre une évaluation de l'état des ressources. Il faudrait par exemple y inclure les données historiques sur l'aire de répartition des animaux et des végétaux, sur l'utilisation des terres (par exemple la couverture forestière il y a 50 ans et il y a 100 ans), sur les variables climatiques, ainsi que des inventaires des espaces naturels vierges. Des statistiques de l'état actuel des stocks de ressources naturelles sont essentielles pour l'analyse aux fins du développement durable. Il serait bon de compléter ces bases de données par des variables choisies pour décrire et surveiller

les variations de l'infrastructure et des techniques utilisées pour exploiter les ressources naturelles: on aurait ainsi d'utiles indicateurs du potentiel et du risque d'épuisement des ressources à mettre en regard des données relatives à leur exploitation (Cf. section A) et à ses incidences (section B).

Les stocks de ressources naturelles peuvent se classer en trois grands types:

a) Ressources biologiques, c'est-à-dire systèmes qui se reproduisent et ont des cycles naturels de croissance (D.1, une partie de D.3.2.1);

b) Ressources non renouvelables, c'est-à-dire minéraux et combustibles fossiles (D.2.4, D.3.1);

c) Systèmes cycliques, c'est-à-dire atmosphère, hydrosphère et jusqu'à un certain point, lithosphère (D.2.1, D.2.2 et une partie de D.3.2.1).

Les données présentées dans la section D ne sont pas ventilées exactement suivant cette classification (comme il apparaît dans les indications données ci-dessus) parce que les ressources énergétiques, qui peuvent être renouvelables, non renouvelables ou cycliques, sont classées séparément. La distinction couramment utilisée entre ressources renouvelables et ressources non renouvelables est ambiguë. Il peut arriver que la reproduction des ressources biologiques ne soit pas suffisante pour assurer leur durabilité; on a alors des populations en diminution ou dans les cas les plus graves, en voie d'extinction. Pour que les ressources biologiques soient durables, il faut notamment que les habitats soient suffisamment étendus et sains pour supporter une population viable et que les prélèvements ne compromettent pas la capacité de régénération naturelle. Les ressources biologiques ont donc été qualifiées "renouvelables sous certaines conditions". De même certaines ressources cycliques peuvent être considérées comme renouvelables ou non renouvelables. Ainsi, les prélèvements d'eaux souterraines peuvent dépasser la réalimentation naturelle, de sorte que les formations aquifères s'épuisent. On parle alors d'exploitation "minière" des eaux souterraines.

Dans le CDSE, les stocks de ressources naturelles sont mesurés en termes physiques (poids/volume/superficie). Les données correspondent en principe à des emplacements spécifiques; mais en pratique, elles peuvent être extrapolées sous forme de moyennes par unité de superficie (par exemple densité de bovins dans un district). De plus l'estimation des stocks de ressources

naturelles est souvent basée sur des enquêtes spécifiques effectuées des certaines zones géographiquement limitées et à des dates différentes, de sorte que leur couverture est partielle et qu'elles ne sont pas toujours comparables. L'informatique a beaucoup amélioré les capacités de mesure et d'analyse des données géographiques. Les logiciels des systèmes d'information géographique (SIG), qui existent maintenant pour micro-ordinateurs, sont de plus en plus conviviaux. Pour établir des bases de données géographiques, il faut numériser les données cartographiées ou les coordonnées géographiques des relevés statistiques. C'est un travail qui demande en général beaucoup de temps. Mais une fois établies, ces bases de données informatisées, la production de cartes est relativement rapide. Dans ces conditions, les statistiques géographiques, autrefois du ressort exclusif des géographes, sont désormais accessibles à l'analyse statistique. Bien évidemment, les cartes synthétiques (par superposition) et les indices composites (qui sont une synthèse de plusieurs variables) ne valent que ce que valent les bases de données dont ont été tirées les variables utilisées.

D.1 RESSOURCES BIOLOGIQUES

Les stocks de ressources biologiques sont caractérisés par les effectifs des populations, les cycles biologiques, la répartition spatiale, la densité des populations ou de la biomasse et l'assortiment d'espèces (qui est une mesure de la diversité de l'écosystème). On peut observer des analogies intéressantes entre la productivité économique et la productivité biologique: la conception du produit correspondant au stock de gènes, les facteurs de production au sol, aux eaux et au climat, les procédés de production à la photosynthèse et au métabolisme et les intrants (matières premières et énergie) aux nutriments et à l'énergie solaire. La classification des ressources biologiques doit correspondre, lorsque cela est approprié, aux activités décrites dans les sections A.1.1 à A.1.4 (agriculture, foresterie, chasse et capture, pêche).

D.1.1 Stocks agricoles

Les variables identifiées ci-dessous décrivent la base de ressources sur laquelle reposent les activités agricoles. Ce sont: les stocks de cultures et de cheptel, les stocks génétiques et les stocks de capital artificiel. Ces données, combinées avec les variables de la section D.2 relatives à l'eau, au climat et au sol, constituent l'essentiel de la base de données nécessaire à la planification du développement agricole durable.

Bien que l'agriculture soit l'une des activités humaines qui a été le plus étudiée, il est parfois difficile d'obtenir les données présentées dans la section D.1.1. Les enquêtes sur l'agriculture portent essentiellement sur la production d'aliments et d'autres produits agricoles, alors qu'aux fins des statistiques de l'environnement, les données intéressantes sont la structure du capital et les stocks sur place. Certaines de ces données peuvent être tirées des statistiques de production. Le recensement de l'agriculture fournit des données sur les superficies soumises aux différents régimes de culture ainsi que sur le type d'animaux élevés et les effectifs du cheptel. Les stocks d'équipement et d'outillage agricoles sont également relevés dans le cadre des enquêtes sur l'agriculture. La télédétection peut aussi être une source utile, en particulier pour l'utilisation des terres, de même que les archives des stations de recherche agronomique, par exemple pour la diffusion des cultivars et des hybrides. Des enquêtes directes sur le matériel génétique fournissent des renseignements sur le remplacement des plantes et animaux traditionnels et sur les processus d'adaptation tels que lutte contre les ravageurs, alimentation et systèmes de culture.

D.1.1.1 Stocks de cultures et cheptel

Le principal objectif de cette base de données est de fournir des renseignements de base pour l'analyse de la production agricole annuelle (A.1.1.1) et des variations des ressources agricoles (B.1.1.1). Les stocks considérés sont les stocks de cultures de plein champ, mesurés sur pied, et le cheptel. Pour la plupart des utilisations, les stocks agricoles doivent être ventilés par espèce végétale et animale, mais une mesure plus générale de la biomasse totale est probablement un indicateur plus sensible de l'efficacité du rendement biologique de la conversion des matières et de l'énergie (photosynthèse et métabolisme). La biomasse des cultures sur pied est donc une mesure appropriée des ressources agricoles et du stress subi par l'environnement.

Les indicateurs de la biomasse diffèrent de ceux de la production économique qui mesurent la production des cultures par la récolte annuelle des produits marchands, produits finals du processus de production. On peut obtenir une évaluation approximative de la biomasse des cultures sur pied à partir des chiffres de production en appliquant des coefficients de conversion appropriés mais il existe aussi des méthodes plus directes, notamment l'interprétation des données de télédétection et les enquêtes sur le terrain. Les coefficients de conversion doivent être utilisés avec prudence. Premièrement, il faut

utiliser comme base de calcul la production brute et non pas la production nette (c'est-à-dire qu'il faut tenir compte non seulement des quantités vendues mais aussi des quantités conservées à la ferme: semences, aliments pour le bétail, invendus). Deuxièmement, en cas de récolte nulle, le ratio récolte/biomasse n'aurait plus de sens. Troisièmement, il faut ajuster les coefficients quand de nouveaux cultivars sont introduits, par exemple quand les blés traditionnels sont remplacés par des blés à tige courte, ce qui peut modifier le ratio production/biomasse.

Les cultures de plein champ sont récoltées chaque année. Les cultures sur pied à un moment donné peuvent donc être traitées comme un en-cours. Mais dans les plantations permanentes, le stock sur pied fonctionne comme un capital. Les produits marchands sont la récolte annuelle de fruits, latex, etc. Dans la comptabilité du capital, il faudra donc mesurer non seulement la capacité de production annuelle mais aussi la durée de vie escomptée, et donc tenir compte de la structure par âge des plantations.

Les recensements de l'agriculture comprennent généralement des inventaires du bétail précisant l'espèce, les effectifs et dans certains cas l'âge. En principe, il faut distinguer les animaux utilisés comme capital (animaux de trait et de charge, animaux reproducteurs, vaches laitières, poules pondeuses) de ceux qui sont engraisés pour la production de viande, et qui doivent être considérés comme des en-cours dans la filière ou des biens intermédiaires. Cette distinction est difficile quand les animaux ont à la fois les deux fonctions.

Variables	Classification	Observations
a. Cultures sur pied (t, km ² , t/km ²)	Type de culture	Mesure de la biomasse et de la productivité
b. Plantations permanentes (nombre, t, âges, km ² , t/km ²)	Type de plante Age	Mesure de la capacité de production
c. Cheptel (effectifs, âges, km ² , nombre/km ²)	Type d'espèce Age	Distinguer le stock de capital du stock d'exploitation

D.1.1.2 Stocks génétiques

Les écologistes s'inquiètent de plus en plus de l'appauvrissement des stocks génétiques à l'échelle mondiale. En l'agriculture, la recherche a créé de nouveaux cultivars et des races hybrides qui ont enrichi le capital génétique; mais

simultanément, des espèces végétales et animales traditionnelles ont disparu. C'est ainsi que la "Révolution verte" a remplacé des cultures traditionnelles, souvent très localisées, par des cultivars génériques. Or, il existe souvent dans les systèmes agricoles traditionnels des obstacles sociaux et économiques à l'introduction de nouvelles espèces: tout d'abord les sociétés traditionnelles sont intrinsèquement conservatrices, deuxièmement, beaucoup de nouveaux cultivars nécessitent des techniques agricoles avancées et des connaissances. D'où la nécessité de programmes d'éducation, de distribution d'engrais et de pesticides, de développement de l'infrastructure d'irrigation et de restructuration des systèmes agricoles impliquant une modification de la structure des propriétés et des systèmes de commercialisation.

Les bases de données sur les stocks génétiques ont pour objet de déterminer la dépendance à l'égard d'un capital génétique toujours plus restreint, de mesurer le rythme de diffusion des nouveaux cultivars et des nouvelles races d'animaux dans le monde agricole et d'enregistrer les pertes de matériel génétique (dues essentiellement à la disparition des races traditionnelles de plantes et d'animaux). Ce nouveau domaine des statistiques exige de l'innovation dans les idées, les techniques et les systèmes de classification ainsi que dans les méthodes de collecte des données.

Variables	Classification	Observations
a. Variétés de plantes traditionnelles (nombre, km ²)	Type d'espèce	Indicateur de la diversité des plantes cultivées
b. Variétés de nouveaux cultivars (nombre, km ²)	Type d'espèce	Indicateur de la diffusion b/a
c. Variétés de bétail traditionnel (nombre, km ²)	Type d'espèce	Indicateur de la diversité des animaux d'élevage
d. Variétés de bétail hybride (nombre, km ²)	Type d'espèce	Indicateur de la diffusion d/c

D.1.1.3 Stock de capital artificiel

Le stock de capital artificiel est une variable essentielle pour mesurer la transformation technologique de l'agriculture qui est un des facteurs les plus importants de modification de l'état de l'environnement. Les mesures du capital des exploitations sont obtenues au moyen d'enquêtes sur l'agriculture. Des informations sur les infrastructures extérieures à l'exploitation, par exemple

la distribution d'énergie électrique, les routes rurales ou l'irrigation (voir *Statistiques des établissements humains*, section D.1.2, Bâtiments non résidentiels et autres infrastructures) peuvent utilement compléter les données présentées dans le tableau. Celui-ci donne une liste de certaines variables permettant de mesurer l'état de la technologie dans les systèmes agricoles. Les variables doivent être choisies de façon à distinguer les technologies modernes des technologies traditionnelles.

Variables	Classification	Observations
a. Outils traditionnels (nombre)	Type d'outil	Par exemple nombre de hoes par hectare de terre arable
b. Equipement mécanique (nombre)	Type d'équipement	Par exemple, nombre de tracteurs par hectare de terre arable
c. Eau (m ³ , km)	Source de l'eau	Canaux, puits artésiens, installations d'exhaure manuelle

D.1.2 Stocks forestiers

D.1.2.1 Inventaires forestiers

Les inventaires forestiers décrivent le couvert: types et assortiments d'essences, maturité (âge moyen) productivité (matériel sur pied à l'hectare). On évalue d'une part l'état actuel de la forêt et d'autre part son potentiel de survie et de croissance, définis par la qualité du sol, le climat et la topographie. Les inventaires forestiers sont en général conçus pour les besoins de la foresterie commerciale. Mais pour aménager les forêts en tant que biens publics polyvalents, il faut inclure dans les bases de données d'autres variables mesurant les fonctions de service de la forêt (habitat de la faune, régulation hydrologique, utilisation pour les loisirs et source de bois de feu). Compte tenu du rôle important que jouent les forêts dans les écosystèmes, la nécessité d'établir des inventaires nationaux des écosystèmes s'est imposée (Cf. section D.4 pour la définition et la classification des écosystèmes).

Dans bien des régions, la distinction entre terres forestières et terres agricoles n'est pas toujours précise. C'est le cas par exemple dans les zones tribales où la culture itinérante est pratique courante. Même dans les zones essentiellement agricoles, les champs sont entrecoupés de bois

qui peuvent être considérés soit comme une extension de l'agriculture (érable à sucre dans l'est de l'Amérique du Nord) soit comme une petite opération forestière. Du point de vue biophysique, les plantations et vergers agricoles ne se distinguent guère des forêts. Les zones de transition entre forêt et savane ou toundra sont aussi difficiles à classer. D'où la nécessité d'une définition soigneuse des limites des terres forestières.

Les départements des forêts établissent généralement des inventaires forestiers en bonne et due forme, surtout dans les pays où les forêts font l'objet d'une intense exploitation commerciale. Ces inventaires peuvent être considérés comme des bases de données de l'aménagement forestier; l'unité géographique de base est la parcelle forestière dans laquelle on relève les types d'essences, la structure par âge et la productivité (en termes de bois marchand). Ces données prennent généralement la forme de cartes des parcelles. L'établissement d'un inventaire forestier national à partir de ces données fragmentaires est une vaste tâche. Les données sont relevées à des fins spécifiques de sorte que beaucoup de variables nécessaires à l'analyse de l'environnement ne sont pas saisies. Mais étant donné la puissance des techniques d'informatisation et de cartographie par superposition, ces inventaires forestiers conçus à des fins commerciales peuvent servir de base pour établir des statistiques des stocks forestiers dans l'optique de l'environnement.

Des données sur les caractères biophysiques des forêts, l'exploitation, la sylviculture, la protection et la conservation des forêts, ainsi que des données complémentaires sur les routes et l'équipement d'exploitation forestière et la production des industries forestières peuvent être fournies par les organismes chargés de l'aménagement des forêts ou par les services des forêts. Mais il n'existe en général pas de documentation complète sur les forêts claires et les forêts non commerciales, qui pour la plupart sont des bois privés ou communautaires appartenant à des exploitations agricoles ou à des villages. Des enquêtes sur les villages et sur l'agriculture permettent d'obtenir des données pertinentes sur les types de peuplements, mais la télédétection est à certains égards plus précise et plus fiable.

Les inventaires forestiers sont potentiellement une riche source de données pour les statistiques de l'environnement, à condition de bien analyser leur nature et leur portée. Il faut notamment vérifier les points suivants:

a) Couverture: les inventaires couvrent-ils l'ensemble du couvert forestier ou seulement les forêts domaniales? Dans

certains pays, les forêts sous régime d'aménagement ne représentent qu'une petite proportion de la superficie forestière totale.

b) **Actualité:** les inventaires sont établis graduellement au cours de plusieurs années; ils sont mis à jour de façon sporadique à mesure que de nouvelles données sont disponibles. Les chiffres du matériel sur pied sont généralement un assortiment de données correspondant à des périodes différentes. Dans bien des cas, la forêt décrite dans l'inventaire n'existe plus.

c) **Classification:** celle-ci est établie dans une perspective économique de sorte que la "forêt productive" est définie en fonction de la production potentielle de bois et non pas de la productivité naturelle de la forêt, dans laquelle il faut comprendre ses fonctions écologiques ou de service. Par exemple, les données sur l'âge des forêts indiquent si les arbres ont atteint la taille marchande (âge de révolution). Il faudrait étudier d'autres classifications fondées sur les caractères écologiques et les besoins des établissements humains (valeur culturelle ou récréative).

d) **Agrégats:** les inventaires forestiers sont généralement établis par classes de station et zones d'aménagement. L'agrégation de données relatives à de nombreuses parcelles pose des problèmes quand les critères et techniques de classification ne sont pas homogènes.

L'identification des variables nécessaires pour décrire les terres forestières doit être considérée dans le contexte des rôles écologique, économique et social des forêts dans des régions et pays spécifiques. Ainsi, les variables ne seront pas les mêmes dans un pays possédant de vastes forêts productives que dans un pays où il y a peu de forêts, utilisées principalement à l'échelle locale, pour le bois de feu par exemple. Les paramètres généraux sont la superficie du couvert forestier et le type et l'âge des forêts. Ils sont étroitement liés aux statistiques de l'utilisation et de l'exploitation des forêts (voir sections A.1.2 Forêts et B.1.1.2 Ressources forestières) et sur leur protection et conservation (voir sections C.1.1 et C.1.2 sur la protection, la conservation et l'aménagement de la nature et des ressources naturelles).

Variables	Classification	Observations
a. Forêts productives (km ²)	Type de forêt	Perspective économique, y compris plantation
b. Ecosystèmes forestiers (km ²)	Classification écologique Fonction de la forêt	Perspective écologique, habitat de la faune, fonctions socio-culturelles
c. Maturité (km ²)	Age moyen	Age/taille des arbres

Le transfert des données d'inventaires forestiers sur les cartes numérisées fournit un outil d'analyse puissant pour l'aménagement forestier en vue d'un rendement écologique et économique durable. L'objectif est d'établir des cartes de base des écosystèmes forestiers, de la productivité économique et naturelle, de l'utilisation des terres forestières, des gains et pertes de terres forestières et de l'administration forestière (propriété, protection des habitats). Ces données, combinées à d'autres variables cartographiées fournissent les paramètres nécessaires à l'évaluation de l'impact des pluies acides, de la déforestation et de la conversion de peuplements naturels en forêts cultivées.

D.1.2.2 Stocks génétiques

La répartition du matériel génétique est le résultat de l'évolution, de la sélection naturelle, et de l'état de l'habitat. Les manipulations humaines ont favorisé les essences considérées comme désirables aux dépens des autres. L'exploitation commerciale à grande échelle a accéléré ces processus en remplaçant les peuplements naturels par des forêts cultivées, souvent composées d'essences à croissance rapide. L'introduction d'essences exotiques a encore aggravé les menaces qui pèsent sur la survie des essences endémiques (Cf. section A.1.2 Forêts). Des calamités naturelles et des nuisances créées par l'homme (pluies acides) compromettent aussi la diversité et la santé des forêts. La mortalité des forêts, due à la déforestation et aux maladies (voir section B.1.1.2 Ressources forestières; et B.2.4 Qualité des biotes et des écosystèmes) est une grave cause de perte de matériel génétique. L'exploitation sélective des meilleurs arbres entraîne aussi un appauvrissement génétique. Les variables décrivant les stocks génétiques sont principalement la diversité spécifique des forêts naturelles ainsi que le nombre et la répartition des essences ou des associations rares ou menacées.

Variables	Classification	Observations
a. Nombre d'essences par écosystème forestier (nombre)	Type de forêt	Indice de diversité génétique
b. Essences et associations rares (nombre, ha)	Type d'essences Type de forêt	Indiquer le niveau de protection

D.1.2.3 Stocks de capital artificiel

Les données sur le capital forestier artificiel indiquent la capacité d'exploitation et de sylviculture. Il s'agit des machines et de l'équipement d'exploitation forestière, des infrastructures de débardage et de transport (routes forestières, camions, embarcadères, péniches, etc.) et de la capacité de production de plants pour le reboisement.

Variables	Classification	Observations
a. Matériel d'exploitation et de transport (nombre)	Type d'équipement	Mesure de la capacité d'exploitation
b. Capacité sylvicole (nombre, ha)	Type d'opération	Y compris capacité de production annuelle des pépinières forestières
c. Réseau de transport forestier (km ²)	Type de moyen de transport	Route, voie ferrée et eau

D.1.3 Stocks halieutiques

L'estimation des populations de poissons et de leur taux de remplacement (recrutement) est essentielle pour l'aménagement des pêches. Les populations de poissons des cours d'eau et des lacs représentent peu de chose à côté de celles des pêcheries maritimes. Toutefois, les pêches en eaux intérieures peuvent être d'importantes sources de revenu et de protéines pour les populations locales. La pêche n'est pas la seule cause des fluctuations des populations. Des événements naturels tels que les déplacements des courants, les variations de la température de l'eau et des déséquilibres entre prédateurs et proies peuvent aussi détruire des populations (par exemple les populations d'anchois au large de la côte péruvienne).

On distingue les poissons de mer des poissons d'eau douce, mais les espèces anadromes habitent dans les deux milieux. On peut aussi distinguer les grandes catégories suivantes:

- a) poissons benthiques (qui se nourrissent près du fond des océans ou des lacs);
- b) poissons pélagiques (qui se nourrissent près de la surface des eaux);
- c) poissons anadromes (qui fraient en eau douce mais passent leur vie d'adulte en mer);
- d) Invertébrés (par exemple coquillages et crustacés).

La pisciculture ou aquaculture est à l'origine encore d'un autre critère de classification. Dans beaucoup de régions d'Asie de l'Est et du Sud-Est, l'aquaculture est intégrée dans l'agriculture villageoise et les stocks de poissons devraient donc être considérés comme du cheptel. Un bon exemple en est donné par les étangs de pisciculture et la pisciculture en rizière de Java et de Bali.

Les ichtyobiologistes estiment les stocks de populations mobiles difficiles à observer essentiellement d'après l'effort de pêche nécessaire pour les capturer c'est-à-dire le ratio entre les captures (extrants) et l'effort de pêche exprimé par le travail, l'énergie et l'équipement (intrants). On considère que les variations de ce ratio indiquent si les stocks sont en voie de diminution ou d'accroissement. Les données relatives aux captures (Cf. section A.1.4.1 Captures) sont les plus faciles à obtenir; elles sont généralement complétées par des modèles du comportement des populations de poissons, par la capacité de charge des zones d'aménagement, par des sondages répartis dans le temps et dans l'espace et par la taille moyenne des captures. Un accroissement de la proportion de juvéniles dans les captures est considéré comme un indicateur de surexploitation. Les statistiques du stock de capital (bateaux et équipement) sont des indicateurs des pratiques halieutiques qui, considérés avec les données sur les stocks halieutiques et les captures, fournissent des paramètres essentiels pour l'évaluation de la durabilité de la pêche.

Il existe trois sources principales de données sur les populations de poissons et sur les stocks de capital: enquêtes sur les pêcheurs, les installations de traitement du poisson et les entreprises de pisciculture; archives des organismes responsables de l'aménagement des pêcheries qui fournissent des données sur les stocks de poissons, les permis de pêche, les équipements portuaires; enfin stations de recherche sur les mers et les eaux intérieures. Ces dernières fournissent des estimations des populations basées sur la capacité de charge des

écosystèmes aquatiques ainsi que sur les activités d'alevinage et de conservation. En dehors de ces sources nationales, les commissions internationales des pêches et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) peuvent fournir des statistiques sur la pêche, en particulier dans les eaux partagées.

Variables	Classification	Observations
<u>Stocks halieutiques</u>		
a. Stocks de poissons marins (nombre, t)	Type d'espèces	Classés par écozone <u>a/</u>
b. Stocks de poissons d'eau douce (nombre, t)	Type d'espèces	Classés par écozone <u>a/</u>
c. Stocks d'invertébrés (nombre, t)	Type d'espèces	Classés par écozone <u>a/</u> (zone côtière, estuaires)
d. Stocks d'espèces d'aquaculture (nombre, t)	Type d'espèces	Eau salée et eau douce
<u>Stocks de capital</u>		
e. Flottes de pêche (nombre, \$, km ²)	Type et taille des bateaux Zone d'activité	Indicateur de l'effort de pêche
f. Equipement (nombre, \$)	Type d'engins	Indiquer taille des filets et équipement de détection des poissons

a/ Voir section D.4 Inventaire des écosystèmes

D.1.4 Inventaires de la faune et de la flore

Les inventaires de la faune et de la flore concernent la vie sauvage. Les ressources biologiques de l'agriculture, des forêts et des pêches (sections D.1.1,2,3) n'y sont pas comprises. Les sociétés technologiques avancées ont découvert la valeur économique de leur faune sauvage non seulement à des fins cynégétiques et halieutiques mais aussi à cause de l'intérêt touristique de la nature vierge et de la valeur du matériel génétique. L'aménagement de la faune et de son habitat vise à conserver et protéger la faune et la flore sauvages. La croissance démographique et le développement économique ont créé de graves conflits au sujet de ces objectifs et de la question éthique du "droit de vivre" des animaux sauvages.

L'établissement d'inventaires de la faune et de la flore sauvages dans des zones bien définies telles que les parcs nationaux est pratique courante. L'inquiétude croissante que suscite la disparition d'espèces a inspiré de nouveaux efforts pour établir des listes d'espèces rares et menacées et les mettre à jour. Les stocks de faune et de flore sauvages subissent l'impact de la foresterie (A.1.2) de la chasse et de la capture (A.1.3) et de la pêche (A.1.4), qui entraînent un épuisement (B.1.1) et une dégradation (B.2.4) des biotes. Les inventaires portent en général sur les écosystèmes et les écozones décrits dans la section D.4.

Les inventaires de la faune et de la flore et des habitats sont établis par les départements de biologie et de zoologie des universités, les instituts de recherche spécialisés et les organismes publics responsables de la protection de la nature. L'interprétation des images de télédétection est une source utile de données permettant d'identifier l'habitat des espèces végétales dominantes; celles-ci peuvent en effet parfois être détectées au moyen de techniques très sensibles d'analyse de signature spectrale. Les études d'impact écologique peuvent comprendre des inventaires détaillés de la faune et de la flore sauvages dans la zone visée. A l'échelle mondiale, l'Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN) fournit des données sur les espèces menacées.

D.1.4.1 Inventaire de la faune sauvage

La première décision à prendre lorsqu'on établit un inventaire de la faune sauvage est le choix des espèces à couvrir. En général, les comptages portent sur les gros mammifères et certains oiseaux, tandis que pour les autres animaux, on se contente d'enregistrer ou de cartographier l'aire de répartition. Sauf dans le cas des troupeaux très visibles qui vivent dans la savane, le comptage des animaux est entaché d'importantes erreurs. Normalement, les populations sont estimées à partir de la fréquence des observations et d'autres paramètres tels que la capacité de charge de l'habitat, la fécondité et les menaces que la chasse, le braconnage et l'abattage des nuisibles font peser sur certaines espèces.

Les variables énumérées ci-après se réfèrent à la taxonomie classique des espèces et des habitats: mammifères (grands et petits), oiseaux, reptiles, amphibiens et poissons. La Commission économique pour l'Europe (CEE) a proposé un cadre international type pour l'établissement des statistiques de la faune, de la flore et de leurs habitats préconisant trois variables fondamentales: type d'espèces, population et habitat^{34/}.

Les deux variables suggérées ici sont la population et l'habitat. Les comptages d'animaux sauvages sont difficiles à réaliser et à mettre à jour tandis que pour estimer l'aire de répartition il suffit d'observations occasionnelles qui permettent de vérifier les limites de l'habitat. Les cartes superposant les habitats de différentes espèces fournissent une indication approximative de la diversité des espèces. La liste des espèces rares et menacées (Cf. section D.1.4.3) est un cas particulier d'inventaire des populations et des habitats.

Variables	Classification	Observations
a. Grands mammifères (nombre, km ²)	Type d'espèces <u>a</u> / Type d'écozones <u>b</u> /	Indicateur général de la santé des écosystèmes
b. Petits mammifères (nombre, km ²)	Type d'espèces <u>a</u> / Type d'écozones <u>b</u> /	Classer selon capacité d'adaptation
c. Oiseaux terrestres (nombre, km ²)	Type d'espèces <u>a</u> / Type d'écozones <u>b</u> /	Distinguer aire de migration et aire de reproduction
d. Oiseaux aquatiques (nombre, km ²)	Type d'espèces <u>a</u> / Type d'écozones <u>b</u> /	Distinguer aire de migration et aire de reproduction
e. Reptiles (nombre, km ²)	Type d'espèces <u>a</u> / Type d'écozones <u>b</u> /	Classer selon fréquence des observations (rare, commun)
f. Amphibiens (nombre, km ²)	Type d'espèces <u>a</u> / Type d'écozones <u>b</u> /	Classer selon fréquence des observations (rare, commun)
g. Poissons (nombre, km ²)	Type d'espèces <u>a</u> / Ecozones aquatiques <u>b</u> /	Sauf poissons de pêche commerciale classés dans D.1.3.1

a/ Cf. section B.1.1.4

b/ Cf. section D.4, Inventaires des écosystèmes.

D.1.4.2 Inventaires de la flore

Les inventaires de la flore décrivent l'état de la végétation naturelle. Les caractères des espèces et des habitats à y inclure sont:

a) Classification des associations végétales par niche écologique, caractérisée par le gradient de température, la teneur en eau du sol et autres conditions déterminantes pour la végétation;

b) Facteurs influant sur la multiplication ou le déclin des espèces végétales ou menaçant leur survie (maladies,

affouragement, contamination, changement d'utilisation des terres, etc.);

c) Introduction d'espèces exotiques;

d) Désherbage.

La plupart des habitats naturels peuvent être décrits par la composition floristique de la couverture dominante, généralement robuste, et celle des niches plus fragiles. Ces dernières sont en général plus vulnérables aux stress et plus difficiles repérer par des observations générales telles que la télédétection.

Un objectif important est de préserver la diversité floristique qui est le résultat de millions d'années d'évolution. La communauté mondiale se préoccupe particulièrement de la protection et de la conservation des anciennes forêts ombrophiles d'Amazonie, d'Afrique centrale et de l'archipel du Sud-Est asiatique (Cf. section D.1.2.1, Inventaires forestiers). Mais les pays doivent aussi se doter de politiques de conservation de la flore des autres écosystèmes naturels (forêts claires, marécages, savanes et déserts). La création d'un inventaire national de la faune est la première étape de la mise en oeuvre de telles politiques.

Variables	Classification	Observations
a. Essences d'arbres (km ²)	Type d'espèces <u>a</u> / Type d'écosystèmes <u>b</u> /	Classer par densité (indicateurs de la biomasse) et par indice de diversité
b. Autres végétaux vasculaires (km ²)	Type d'espèces <u>a</u> / Type d'écosystèmes <u>b</u> /	Classer par densité (indicateurs de la biomasse) et par indice de diversité
c. Mousses, cryptogames et lichens (km ²)	Type d'espèces <u>a</u> / Type d'écosystèmes <u>b</u> /	Classer par densité (indicateurs de la biomasse) et par indice de diversité
d. Plantes aquatiques (km ²)	Type d'espèces <u>a</u> / Type d'écosystèmes <u>b</u> /	Classer par densité (indicateurs de la biomasse) et par indice de diversité

a/ Cf. section B.1.1.4.

b/ Cf. section D.4 Inventaires des écosystèmes.

D.1.4.3 Espèces rares, menacées, disparues et exotiques

L'inquiétude que suscite à l'échelle mondiale le rythme de plus en plus rapide des extinctions d'espèces a suscité un effort de surveillance des espèces menacées. Les biologistes se préoccupent des espèces rares et menacées et de celles qui ont disparu à l'époque moderne ainsi que de l'introduction et la propagation d'espèces exotiques. L'identification de ces espèces et l'établissement de listes sensibilise à la nécessité de les conserver et de les protéger et sert d'indicateur de l'état des écosystèmes (instabilité). La propagation des espèces exotiques est inquiétante parce qu'elles sont en concurrence avec les espèces indigènes pour la nourriture et les habitats. Les extinctions d'espèces appauvrissent les stocks génétiques. La surexploitation, par exemple l'exploitation sélective des meilleurs arbres qui ne laisse sur place pour la régénération naturelle que les plus médiocres, peut aussi être une grave cause d'appauvrissement. La figure V illustre l'accroissement du nombre d'espèces menacées dans chacun des grands ordres animaux aux Etats-Unis.

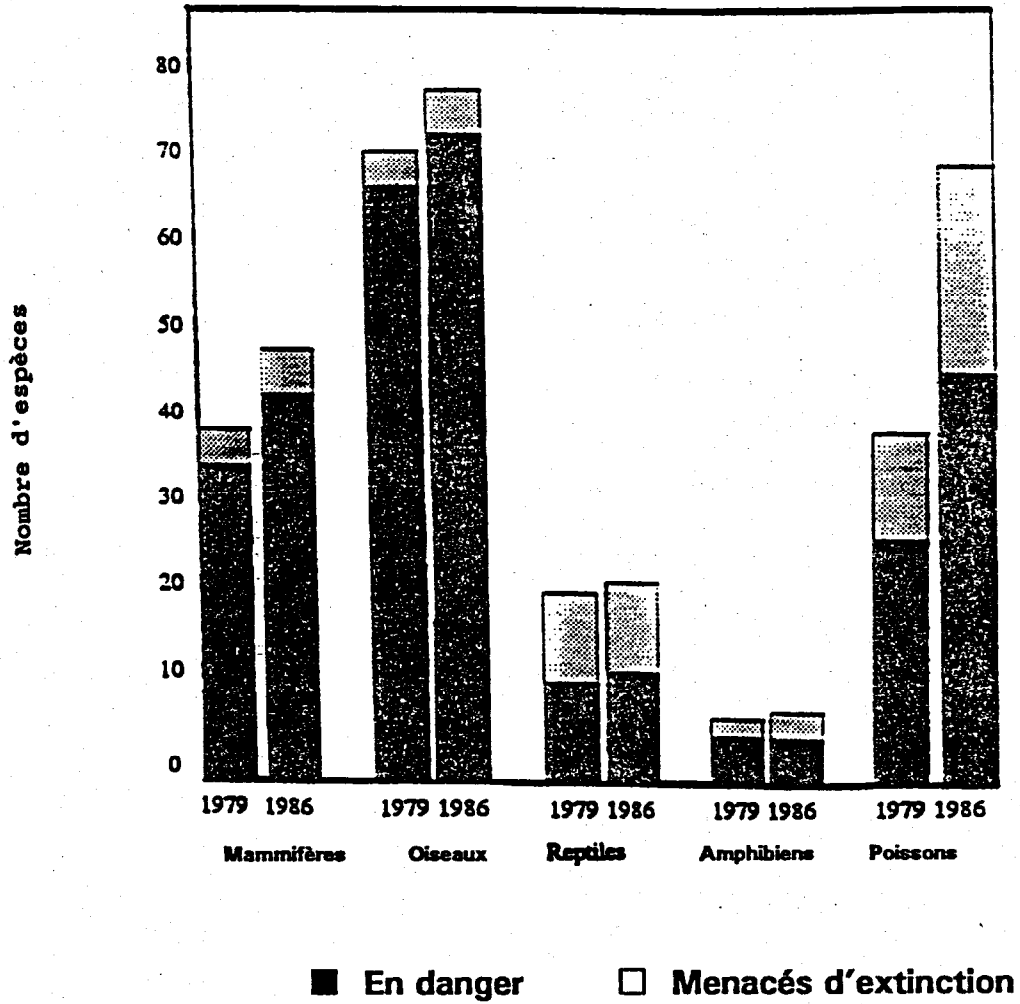
Variables	Classification	Observations
a. Liste des espèces rares, menacées ou disparues (nombre, km ²) ^{a/}	Type d'espèces Type d'écosystème	Indicateur de perte de matériel génétique
b. Espèces exotiques (nombre, km ²)	Type d'espèces Type d'écosystème	Indicateur d'instabilité de l'écosystème

a/ Cf. par exemple le *Livre rouge* de l'Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources, qui établit une distinction entre espèces menacées, vulnérables, rares, indéterminées, hors de danger et mal connues.

D.2 RESSOURCES CYCLIQUES ET NON RENOUVELABLES

Les systèmes cycliques naturels ne fournissent pas de "produits" comparable aux stocks biologiques et géologiques, mais plutôt des services. Ainsi, le prélèvement d'eau (Cf. section A.1.7) doit être considéré comme un service, puisque cette eau est principalement utilisée pour nettoyer, refroidir, dissoudre et transporter, et en très petite partie comme intrant matériel dans les processus de production. Les stocks hydriques se mesurent par le volume d'eau des lacs (naturels et artificiels), des glaciers, des nappes souterraines et des cours d'eau. Les stocks atmosphériques (volume), quoiqu'utiles pour l'étude à long terme des concentrations des divers gaz dans l'atmosphère (Ozone,

Figure V. Espèces menacées aux Etats-Unis, 1979-86



Source: Council on environmental quality, *Environmental Trends* (Washington, D.C., 1989)

CO₂), qui sont un facteur de changement du climat, présentent moins d'intérêt à l'échelle nationale. Les statistiques nationales peuvent toutefois être utilisées pour mesurer la contribution des pays aux modifications de l'atmosphère dues aux émissions de CO₂ ou de chlorofluorocarbones (CFC) (Cf.A.2.1.4). Ces données, mises en relation avec celles que fournissent les activités mondiales de surveillance telles que le Système mondial de surveillance continue de l'environnement (GEMS) du PNUE, permettraient de situer les émissions nationales dans une perspective mondiale. Les données sur le climat et la météorologie de la section D.2.2 doivent donc être considérées comme des informations de référence. Les stocks de ressources non renouvelables sont essentiellement les réserves souterraines connues de minéraux, de non minéraux et d'hydrocarbures. Elles sont classées selon le degré de certitude de leur existence.

D.2.1 Systèmes hydrographiques

La figure II décrit statistiques de l'eau en tant que stock du point de vue des bases de données sur les ressources hydriques (stocks et flux), les infrastructures hydrauliques et la cartographie des bassins hydrographiques. Les bassins hydrographiques sont l'unité fondamentale à employer dans les statistiques de l'eau. La planification intégrée des bassins versants est de plus en plus employée dans les programmes de développement économique et social. Les facteurs à prendre en compte lors de la création de bases de données sur les bassins hydrographiques sont les suivants:

a) Les données socio-économiques, généralement géo-codées sur la base des unités administratives, sont difficiles à rapporter aux limites des bassins;

b) Le niveau d'agrégation doit être modulé en fonction de l'intensité de l'activité humaine et de l'utilisation de l'eau; ainsi, dans les zones très peuplées, les unités devront être des bassins secondaires, tandis qu'elles pourront comprendre plusieurs sous-bassins dans les zones peu peuplées;

c) Les bassins hydrographiques peuvent être à cheval sur plusieurs pays; des harmonisations seront alors nécessaires;

d) Les bassins des cours d'eaux à problèmes (risques élevés de pollution ou d'inondation, débits d'étiage faibles en saison sèche) devront faire l'objet d'un traitement spécial.

Les études hydrographiques nationales fournissent des données sur les ressources en eaux et les débits. Les agences de bassin

sont une source de renseignements sur certains bassins hydrographiques et sur leur structure; les administrations responsables des canaux et des chenaux de navigation peuvent fournir des données sur les infrastructures nautiques. Les ministères de l'agriculture sont probablement la meilleure source pour les canaux d'irrigation et leur capacité de distribution, et les services de météorologie pour les précipitations et l'évapotranspiration. Les données de télédétection peuvent fournir des renseignements utiles pour évaluer les réseaux de drainage, les superficies irriguées, les zones de neiges éternelles etc. à l'échelle de vastes zones.

D.2.1.1 Stocks et flux hydriques

Les stocks de réserve d'eau douce sont constitués par les eaux des lacs, des réservoirs, des glaciers, des neiges éternelles, des nappes phréatiques et autres formations aquifères souterraines, auxquelles il faut ajouter la quantité moyenne d'eau contenue dans les fleuves et rivières. La quantité d'eau qui peut être prélevée sans réduire les stocks dépend du bilan des précipitations, de l'évapotranspiration, de la réalimentation des formations aquifères souterraines et des capacités de recyclage. Des processus naturels peuvent appauvrir les stocks, notamment quand l'évapotranspiration dépasse les précipitations ou, dans le cas des glaciers et des neiges éternelles, quand la fonte annuelle dépasse l'accumulation hivernale, ou encore quand la sédimentation réduit la capacité des lacs et réservoirs; ce dernier processus est souvent accéléré du fait des activités humaines, par exemple quand l'agriculture accroît l'érosion (Cf. sections A.1.1.2 et B.1.2.2). A l'inverse, les activités humaines, par exemple la construction de barrages et réservoirs, peuvent accroître les stocks (Cf. *Statistiques des établissements humains*, A.1.2.e).

La mesure du débit des cours d'eau et des précipitations et de l'évapotranspiration fournit un indicateur approximatif des disponibilités potentielles. Les stocks de réserve servent de régulateur et permettent de rééquilibrer l'offre et la demande saisonnières. Les modifications globales des disponibilités sont classées dans la catégorie des effets sur l'environnement (B.1.2.1). Le tableau 8 donne un exemple de bilan d'eau à l'échelle d'un pays.

D.2.1.2 Stocks d'infrastructures artificielles

L'homme a restructuré l'hydrologie naturelle dès les premiers temps des civilisations riveraines. Aujourd'hui, une importante

Tableau 8. Estimation du ruissellement, du prélèvement maximum équilibré et de l'utilisation actuelle par grand bassin en Australie (millions de mégalitres par an)

Bassin division	Superficie (km ²)	Ruissellement	Prélèvement maximum équilibré a/	Utilisation b/	Pourcentage c/
Côte du Nord-Est	450 945	84	22,9	0,9	3,9
Côte du Sud-Est	274 413	43	14,7	1,7	11,6
Tamani	68 200	53	5,4	0,2	3,7
Murray-Darling	1 033 530	24	16,9	9,2	54,4
Golfe d'Australie du Sud	82 300	1	0,2	0,3 d/	150,0
Côte du Sud-Ouest	314 500	7	1,4	0,4	28,6
Océan Indien	518 600	4	0,2	-	-
Mer de Timor	547 060	81	22,0	-	-
Golfe de Carpentaria	638 430	86	13,0	-	-
Lac Eyre	1 169 905	6	0,2	-	-
Bulloo-Bancannia	100 570	1	-	-	-
Plateau occidental	2 012 080	2	0,1	-	-
Australie	7 210 533	390	97,0	12,7	13,1

Source: Department of Arts, Heritage and Environment,

a/ Le prélèvement maximum équilibré est le volume d'eau douce et marginale qui, avec les pratiques actuelles, peut être prélevé de façon durable dans les sources d'eau superficielles ou souterraines équipées ou pouvant être équipées pour les besoins des villes, de l'irrigation, de l'industrie ou de l'élevage.

b/ La consommation brute est la quantité prélevée et non restituée aux cours d'eau ou masses d'eau douce ni recyclée.

c/ Prélèvement effectif en pourcentage du prélèvement maximum équilibré.

d/ Y compris eau importée.

infrastructure a été mise en place pour distribuer l'eau, drainer les terrains gorgés d'eau et les marécages, maîtriser les crues, exploiter l'énergie et faciliter la navigation. La restructuration hydrologique (A.1.8.2) a certaines effets indésirables: modifications des écosystèmes (B.2.4), et du climat (D.2.2) et incidence accrue des maladies transmises par l'eau (B.3.1). Parmi ces avantages économiques, on peut citer la production d'électricité (A.1.6), l'accroissement des rendements agricoles (A.1.1), la sécurité de l'alimentation en eau (A.1.7.1), l'amélioration des conditions de navigation (A.1.7.2) la maîtrise des crues et la création de nouveaux espaces de

Variables	Classification	Observations
a. Réserve d'eau (m ³ , km ²)	Type de réserve	Lacs, réservoirs, eaux souterraines, glaciers, neiges éternelles
b. Débit des cours d'eau (m ³ /unité de temps)	Station fluviographique	Mesure par unité de temps (secondes, jour, mois, an)
c. Précipitations annuelles/saisonnnières (mm)	Bassin hydrographique	Cartographie des pluies mensuelles, de la mousson, des fortes précipitations hivernales, des zones de pluies irrégulières, etc.
d. Evapotranspiration annuelle/saisonnnière <u>a</u> / (mm)	Bassin hydrographique	Cartographie de l'évapotranspiration mensuelle

a/ L'évapotranspiration dépend de la température, de l'ensoleillement, de la couverture végétale et des propriétés des matériaux superficiels (roches, sols, eau).

loisirs (A.1.8.2). Jusqu'à récemment, la restructuration hydrologique était considérée essentiellement du point de vue des prouesses techniques et des avantages économiques. Ces dernières années, la sensibilisation aux problèmes de l'environnement et aux bouleversements sociaux a amené à faire des analyses coût/bénéfice plus complètes pour évaluer les altérations des régimes hydrologiques. La description statistique des ouvrages de génie civil figure dans les sections A.1.2.e et D.1.2.b des *Statistiques des établissements humains*.

Les bases de données recensent principalement cinq types d'infrastructure: barrages et réservoirs; réseaux de distribution d'eau (aqueducs, canaux d'irrigation, stations de pompage, stockage de l'eau); les systèmes de drainage et de protection contre les inondations (canaux de drainage, égouts, digues et

pompes); réseaux de navigation (canaux et cours d'eau canalisés); restructuration des côtes pour l'habitat et le commerce (remblayage, murs de soutènement, docks et ports, étangs d'aquaculture) et utilisation des côtes pour les loisirs.

Variables	Classification	Observations
a. Barrages et réservoirs (m^3 , km^2)	Utilisation	Utilisation unique ou polyvalente; stress
b. Réseaux de distribution (km , km^2 , m^3)	But	Distinguer les usages urbains et industriels des usages agricoles
d. Réseaux de navigation (km , m)	Capacité	Longueur, profondeur, dragage, etc.
e. Restructuration des côtes (km , ha)	But	Y compris utilisation des côtes pour l'aquaculture

D.2.2 Climat

Les cycles atmosphériques peuvent être décrits par les propriétés physiques des mouvements des masses d'air et par la composition chimique des échantillons d'air. Cette composition reflète la pollution atmosphérique (Cf. section B.2.1) tandis que les propriétés physiques sont des variables décrivant le climat au sens étroit. Les données sont relevées dans des stations de surface ou au moyen de sondages dans la haute atmosphère (ballons sondes). Les satellites artificiels ont permis aux météorologistes d'obtenir des images de phénomènes météorologiques complexes. Le problème n'est pas la pénurie de données mais la surabondance des données. Pour établir des bases de données, il faudra étudier avec soin les critères de sélection et les méthodes permettant de faire la synthèse des données météorologiques. Les données de référence sont fournies par les archives.

Les données sur les variables météorologiques et la qualité de l'air constituent l'essentiel des bases de données sur l'atmosphère. Du point de vue des statistiques de l'environnement, ce sont des données de référence utiles pour évaluer la productivité naturelle et la qualité ambiante de

l'environnement. Les écarts extrêmes par rapport à l'amplitude normale des températures et des précipitations sont considérés comme des facteurs de stress pouvant provoquer des pertes de récolte et des effets socio-économiques. La possibilité d'une modification durable du climat provoquée par l'action de l'homme est particulièrement inquiétante. La mise en place de bases de données pour surveiller le réchauffement du climat mondial provoqué par l'effet de serre a une priorité élevée à l'échelle mondiale.

Les travaux météorologiques des organismes publics et des organisations non gouvernementales ont permis de créer des cartes de base pour la planification et l'analyse des risques. Ces cartes constituent des bases de données de référence pour l'évaluation et l'état de l'environnement, pour le développement durable et pour l'analyse des risques. Pour cette dernière, il faut disposer d'une documentation sur la fréquence et la localisation des phénomènes météorologiques afin qu'il soit possible d'établir des cartes des risques météorologiques ou des zones critiques (couloirs de tornades, risques de sécheresse, fréquence des inondations). Les gradients climatiques peuvent être cartographiés par des courbes isoplèthes. Des zones climatologiques peuvent être définies au moyen de variables composites représentant chaque type de climat (climat maritime tempéré, tropical humide, continental sec, etc.). Pour mesurer les tendances à long terme, il faut connaître les fluctuations annuelles normales et en faire abstraction, par exemple en utilisant des moyennes mobiles sur 10 ou 15 ans. Le changement du climat et ses conséquences pour les activités naturelles et humaines est une grave préoccupation. L'objectif est ici de fournir des données de référence tirées des archives pour décrire les conditions climatiques de périodes très éloignées les unes des autres.

Le choix des indicateurs climatiques est déterminé par le type de climat prédominant dans un pays et par les activités humaines et les processus naturels correspondants. Ainsi, dans les régions agricoles, les variables importantes sont celles qui influent sur la récolte telles que précipitations, amplitude thermique et, dans les zones où la période végétative courte, dates des premières et dernières gelées. En zones arides, il faut déterminer le nombre de jours successifs sans pluies pendant la période végétative; en climat froid, le nombre de jours pendant lesquels le sol est couvert de neige et en climat chaud le nombre de jours pendant lesquels un certain seuil de température est dépassé.

Variables	Classification	Observations
a. Température maximum moyenne journalière (°C)	Stations choisies	La station doit être représentative de différents gradients de température
b. Température minimum moyenne journalière (°C)	Stations choisies	La station doit être représentative des différents gradients
c. Précipitations mensuelles (mm)	Stations choisies	Distinguer la neige de la pluie
d. Ensoleillement (h)	Stations choisies	(ou bien % de temps couvert)
e. Date des premières et des dernières gelées	Stations choisies	
f. Gamme moyenne d'humidité (%)	Stations choisies	

D.2.3 Lithosphère

Le terme lithosphère est pratique pour désigner de façon générique la partie solide de la face du globe. La lithosphère comprend la mince croûte terrestre qui contient les matériaux géologiques de surface, sols et rochers, les minéraux du sous-sol et les roches essentiellement basaltiques des fonds marins, ainsi que les objets topographiques tels que montagnes, vallées et plaines. L'instabilité de la lithosphère se manifeste par des événements violents tels que tremblements de terre, glissements de terrain et activités volcaniques. La surface de la lithosphère est transformée par l'action de l'hydrosphère et de l'atmosphère (érosion hydrique et éolienne). Les stocks souterrains de ressources minérales et d'énergie sont traités dans les sections D.2.4 et D.3.1. Les données décrivant les activités humaines affectant la terre sont un élément important des statistiques de l'environnement. Elles sont généralement présentées sous forme de statistiques et cartes d'utilisation des terres. Les superficies consacrées aux différentes activités peuvent être considérées comme le capital foncier; elles sont décrites ci-après. Les variations d'utilisation des sols figurent parmi les activités humaines dans la section A.1.8, Utilisation des sols et restructuration de l'environnement.

Les bases de données sur la lithosphère ont été créées principalement pour la planification régionale et l'analyse et font une place particulièrement importante au potentiel de développement économique. Un aspect important du CDSE est la

possibilité d'adapter et de modifier les bases de données existantes aux fins de l'analyse des stress et des risques. Les variables intéressantes à cet égard sont essentiellement les données cartographiées des caractères de la lithosphère: géologie, sols, topographie et utilisation générale des terres. Les cartes d'utilisation des terres sont basées sur un système de classification des activités humaines et des caractères naturels. D'où l'intérêt d'établir des cartes d'utilisation des terres séparées pour la couverture et pour les activités. Les activités relèvent de la sphère socio-économique et la couverture de l'environnement biophysique. Les données relatives à la couverture peuvent être tirées de l'interprétation des images de télédétection, tandis que pour les données relatives aux activités il faut connaître la destination formelle (militaire par exemple) ou informelle (loisirs par exemple) des terres. Des cartes des risques potentiels sont un élément de documentation essentiel pour la planification et l'aménagement de l'environnement. Elles nécessitent des renseignements sur la fréquence, la gravité et la localisation d'événements tels que les tremblements de terre, les glissements de terrain et l'activité volcanique. Une carte plus générale des risques d'érosion peut être établie en superposant les cartes des pentes, du climat, des types de sols et des activités humaines. L'érosion elle-même est décrite comme une incidence dans la section B.2.3.1 Qualité des sols.

La cartographie de l'utilisation des terres est un outil important pour l'aménagement de l'environnement et la planification. La classification de l'utilisation des terres peut se faire dans plusieurs optiques à savoir:

a) Activités humaines: les utilisations des terres sont classées dans des catégories telles qu'agriculture, foresterie, zones urbaines, usage militaire, parcs nationaux, etc.

b) Cartographie des écosystèmes: elle indique les caractères des écosystèmes naturels tels que désert, savane, forêt humide et zones alpines et des agro-écosystèmes tels que rizière, bocage, zones de monoculture, plantations;

c) Productivité économique: zones où sont implantées des activités économiques telles qu'industries, centrales électriques, tourisme;

d) Productivité naturelle: répartition des classes de production de biomasse;

e) Utilisation potentielle des terres: potentiel pour l'agriculture, la foresterie, la faune, les loisirs et le tourisme;

f) cartographie des ressources naturelles: inventaire des ressources biologiques, par exemple inventaire forestier, ou des ressources souterraines;

g) cartographie des juridictions et des régimes de propriété: ce sont les aspects juridiques, institutionnels ou administratifs de l'utilisation des terres.

La classification de la CEE de l'utilisation des sols (Cf. section A.1.8 et annexe II) utilise comme critères à la fois les activités et la couverture végétale; pour les pays n'appartenant pas à la région, des adaptations seront nécessaires.

Les principales sources de données sur la lithosphère sont les relevés géologiques nationaux, les instituts de cartographie et les ministères de l'agriculture. La cartographie de l'utilisation des terres est plus complexe et repose sur de nombreuses sources de données: recensements agricoles et démographiques, télédétection, organismes nationaux et régionaux de planification.

Variables	Classification	Observations
a. Topographie (m, km ²)	Type de formation	Formation alpine, colline, plateau, vallée, plaine
b. Géologie (km ²)	Type de minéral	Y compris indicateurs géologiques du potentiel (agriculture, hydrocarbures, minéraux, etc.)
c. Sols (km ²)	Type de productivité	Y compris indicateurs pédologiques du potentiel (végétation, agriculture)
d. Utilisation des terres <u>a</u> / (km ²)	Type de couverture Type d'activité	Y compris indicateurs de stress écologique sur la base du degré de nuisance des différentes utilisations
e. Carte des risques géologiques (km ² , nombre, échelle)	Type d'événement	Sur la base d'indicateurs de la fréquence et de la gravité

f. Risque (t/ha)	Type d'érosion	Traiter séparément érosion hydrique et érosion éolienne
---------------------	----------------	---

a/ Cf. section A.1.8.1 et annexe II.

D.2.4 Ressources minérales

Des statistiques des réserves et de la production de minéraux et d'hydrocarbures sont essentielles pour évaluer le taux d'épuisement des ressources (B.1.2.3). C'est là une base indispensable pour la détermination des politiques en matière de conservation des ressources, d'utilisation de produits de substitution et de prix. Ces données peuvent utilement être complétées par des cartes des mines et des gisements. La protection des vastes espaces naturels tels que ceux du nord du Canada, de la Sibérie ou de l'Amazonie est une préoccupation majeure, mais il faut aussi veiller aux impacts écologiques dans les zones à forte densité de population. Les terrils, les affaissements et l'enlèvement du sol superficiel dégradent terriblement l'environnement dans les zones habitées (sections B.2.2 et 3). Les mines abandonnées posent de graves et coûteux problèmes de restauration des sites (Cf. section C.1.3).

Les principales sources de données sur les réserves minérales sont les administrations des mines, mais on peut aussi utiliser les enquêtes sur les entreprises minières, qui fournissent aussi des renseignements sur le stock de capital et la technologie. Les données relatives aux villes minières pourront être tirées des recensements de la population et autres enquêtes socio-économiques. L'emprise géographique des activités minières pourra être déterminée à partir des cartes topographiques et des images de télédétection.

D.2.4.1 Réserves minérales

On distingue les réserves ayant une valeur économique de celles dont l'exploitation n'est pas rentable dans les conditions actuelles de rapport entre coûts d'extraction, de traitement et de transport et prix du marché. Les réserves "certaines" sont les gisements dont on connaît avec un degré de certitude raisonnable le volume et la concentration. Les réserves "économiques" sont celles qui sont exploitables dans les conditions actuelles de prix et de technologie. Les réserves "présumées" sont celles dont l'existence semble probable d'après la connaissance que l'on a des formations géologiques et les résultats des prospections. Les chiffres des réserves certaines sont publiés dans les rapports nationaux et internationaux sur

les mines. Les estimations des réserves et du nombre d'années qui reste avant qu'elle ne s'épuisent avec les taux actuels d'extraction peuvent être déterminantes pour le développement durable. Le tableau 9 donne un exemple de bilan de certaines ressources minérales.

Variables	Classification	Observations
a. Réserves économiques (t)	Type de minéral Emplacement	Actuellement exploitée
b. Réserves certaines (t)	Type de minéral Emplacement	Utilisées pour les indicateurs du ratio d'épuisement (réserves/production annuelle) <u>a/</u>
c. Réserves présumées (t)	Type de minéral Emplacement	Exploitation potentielle

a/ Cf. section B.1.2.3.

D.2.4.2 Infrastructures minières

Les bases de données sur l'infrastructure minière donnent une mesure de l'impact que peut avoir l'activité minière sur l'environnement et du potentiel d'appauvrissement des réserves. Les stocks de capital sont de trois types: capacité de production (capacité annuelle de chaque mine); infrastructures (capacité de transport jusqu'aux ports ou aux usines) et villes minières (population). Ces dernières sont particulièrement importantes du point de vue de l'environnement, notamment quand de nouvelles mines sont exploitées dans des régions reculées.

Variables	Classification	Observations
a. Mines (nombre, t)	Type de minéral Emplacement	Indiquer type de technique (mine souterraine, à ciel ouvert, etc.)
b. Transport (km ²)	Type de transport	Couloirs de transport, par exemple en forêt
c. Villes minières (nombre)	Type de minéral Emplacement	Population en tant qu'indicateur de stress écologique

D.3 STOCKS D'ENERGIE

Les stocks d'énergie sont traités comme des sources potentielles d'énergie utilisable, constituées par les forces naturelles du vent, de l'eau, du rayonnement solaire et de la chaleur stockée dans la croûte terrestre, par les matières

Tableau 9. Réserves de fer, de cuivre et de zinc en Norvège, 1980-1986 (milliers de tonnes)

année	Réserves 1er janv.	Extraction	Réévaluation 31 déc.	Réserves 31 déc.
Fer				
1980	157 300	-2 500	-3 200	51 600
1981	151 600	-2 667	-70 933	78 000
1982	78 000	-2 125	-873	75 000
1983	75 000	-2 299	-1	72 700
1984	72 700	-2 497	35 577	34 700
1985	34 700	-2 246	-4 494	27 960
1986	27 960	-2 385	-325	25 250
Cuivre				
1980	502	-29	-83	390
1981	390	-28	-82	280
1982	280	-28	-2	250
1983	250	-23	-2	225
1984	225	-25	-22	178
1985	178	-24	-20	134
1986	134	-22	10	122
Zinc				
1980	535	-27	-63	445
1981	445	-30	-85	330
1982	330	-32	2	300
1983	300	-32	2	270
1984	270	-29	-91	150
1985	150	-27	21	144
1986	144	-27	71	188

Source: Statistik Sentralbyrå, Miljøstatistikk 1988. Naturressurser og miljø (Oslo, 1988)

biologiques combustibles et par les réserves d'hydrocarbures et d'uranium. Dans un pays industriel moderne, le développement économique est conditionné par l'accès à des sources abondantes d'énergie bon marché et par une capacité de transformation efficiente de l'énergie. Les stress écologiques qu'entraînent la production et la consommation intensives d'énergie ont amené à remettre en question le processus de développement industriel et à chercher les moyens de réduire les nuisances. Du point de vue de l'environnement, on établit une distinction entre les sources d'énergies renouvelables et les sources non renouvelables. Ces dernières, comme les ressources minérales, peuvent s'épuiser. Les sources d'énergies renouvelables, quant à elles, sont étroitement liées à l'état des systèmes naturels et biologiques et aux cycles naturels (hydrosphère et atmosphère).

L'impact écologique est très différent selon les sources d'énergie et les procédés de transformation. Les hydrocarbures sont une des principales sources de pollution atmosphérique. Les centrales hydroélectriques altèrent l'hydrosphère et leur construction peut entraîner l'inondation de terres fertiles. La production d'énergie nucléaire comporte des risques d'accidents et de radioactivité. Les statistiques des stocks d'énergie sont des données de référence essentielles pour l'analyse de l'impact écologique (section B), pour la gestion de l'offre et de la demande d'énergie (A.1.6), pour les politiques en matière d'économies d'énergie et de sécurité énergétique (C.1.2). La figure I donne un tableau synoptique de l'intégration des ressources énergétiques dans les divers éléments des statistiques de l'environnement.

D.3.1 Sources d'énergie non renouvelables

Les réserves estimatives de pétrole, de gaz et de charbon sont un indicateur fondamental de la sécurité énergétique d'un pays. Les estimations sont obtenues au moyen de prospections géologiques. Elles sont ensuite ajustées en fonction de paramètres techniques et économiques de façon à obtenir le chiffre des réserves "économiques". La situation géographique des réserves doit être prise en compte dans l'analyse écologique. L'exploitation des champs pétrolifères et les couloirs de transport qui les desservent sont en général une source de graves risques pour l'environnement. L'impact social et écologique peut être particulièrement grave dans le cas des gisements sous-marins et de ceux qui sont situés dans des régions inhabitées ou dans des zones fragiles.

Les ministères de l'énergie ou des mines et les associations professionnelles peuvent en général fournir des données sur les

réserves et des statistiques des infrastructures artificielles, pour lesquelles on peut aussi avoir recours aux enquêtes statistiques sur les entreprises. Les cartes et les images de télédétection sont aussi des sources utiles, en particulier pour évaluer les altérations des sites. Des cartes des réserves, des puits et des mines, des infrastructures de transport (pipelines par exemple), des activités de prospection (techniques sismiques) et des villes minières fournissent une base pour analyser les impacts écologiques dans le contexte géographique.

D.3.1.1 Réserves d'hydrocarbures et d'uranium

Les réserves d'hydrocarbures peuvent être classées selon leurs propriétés physiques (solides, liquides, gazeuses) ou chimiques (teneur en soufre, concentration de carbone). D'autres attributs sont la profondeur des gisements, la distance des marchés et les techniques d'extraction et de raffinage (par exemple pour les sables bitumineux). Il faut distinguer les réserves connues, mais qui ne sont pas exploitables dans les conditions actuelles de celles qui sont exploitées ou le seront probablement dans un avenir proche.

Variables	Classification	Observations
a. Réserves certaines d'hydrocarbures (t, barils, m ³)	Type d'hydrocarbure Situation géographique	Traiter séparément les gisements exploités et ceux qui ne le sont pas
b. Réserves présumées d'hydrocarbures (t, barils, m ³)	Type d'hydrocarbure Situation géographique	Y compris schistes et sables bitumineux
c. Réserves d'uranium (t)	Type d'uranium Situation géographique	Traiter séparément les gisements exploités et ceux qui ne le sont pas

D.3.1.2 Stocks d'infrastructures énergétiques

Les capacités d'extraction des minerais, de pompage du pétrole, de transport (y compris les pipelines) et de raffinage, ainsi que les infrastructures de prospection, sont des variables importantes pour évaluer l'impact écologique potentiel. Les bases de données correspondantes devront être liées aux statistiques de production et de consommation décrites dans la section A.1.6.

Variables	Classification	Observations
a. Capacité d'extraction (t, barils, m ³)	Type d'extraction Source d'énergie Situation géographique	Hydrocarbures, uranium; capacité de production annuelle
b. Infrastructures, et capacité de transport (km, t)	Type de transport Situation géographique	Capacité de transport annuelle et longueur du réseau
c. Infrastructures de traitement (barils, m ³ , t)	Type de produit Situation géographique	Y compris raffineries de pétrole, lavage de la houille et traitement de l'uranium
d. Infrastructures de prospection (nombre, m, \$)	Type de prospection Situation géographique	Y compris nombre de derricks de forage, profondeur des sondages
e. Villes minières (nombre)	Situation géographique	Population comme indicateur de stress écologique

D.3.2 Sources d'énergie renouvelables

Les inventaires forestiers, les recensements agricoles et les images de la couverture végétale fournissent des données permettant d'évaluer le potentiel des sources d'énergie renouvelables; pour celui des cycles naturels, on aura recours aux études géologiques et hydrographiques, aux relevés météorologiques et aux organismes s'occupant d'énergies de remplacement. Les études techniques (par exemple enquêtes sur le potentiel hydroélectrique des bassins versants) fournissent des données sur la faisabilité. Pour les infrastructures, les données proviendront de diverses sources, notamment les entreprises d'hydroélectricité et les organismes s'occupant des économies d'énergie et des énergies de remplacement.

D.3.2.1 Potentiel énergétique

Les données relatives aux sources d'énergie renouvelables mesurent le potentiel de transformation de l'énergie solaire, biologique et géothermique et d'exploitation des systèmes cycliques (atmosphère et hydrosphère). Les principaux facteurs qui incitent à utiliser ces sources d'énergie plutôt que d'autres sont les coûts économiques, la faisabilité technique, le coût d'opportunité (par exemple pour le bois, sa valeur comme matériau de construction), des valeurs sociales et culturelles et le niveau de développement. Certaines sont utilisées traditionnellement pour produire de la chaleur et du travail,

surtout dans les communautés autarciques. Les variables décrivant la production d'énergie de sources renouvelables sont présentées dans la section A.1.6.2. La présente section concerne la création d'une base de données sur le potentiel de ces sources renouvelables; on peut distinguer les catégories et variables ci-après:

- a) Energie solaire: quantité de rayonnements au sol, nombre moyen journalier d'heures de soleil;
- b) Energie biologique: forêts (densité de la biomasse), bois de feu (bois de village); résidus agricoles (production végétale), bouse de vache (cheptel bovin), tourbières^{35/} (superficie et profondeur);
- c) Systèmes cycliques:
 - i) Systèmes hydrologiques: cours d'eau (débit et gradient), mers (hauteur des marées, action des vagues)
 - ii) Atmosphère: vent (vitesse et régularité)
 - iii) Lithosphère: chaleur souterraine (volcans, eaux thermales, gradient géothermique de la croûte terrestre^{36/})

Les statistiques des sources d'énergie renouvelables sont surtout utiles pour orienter les politiques en matière d'énergies de remplacement. Les paramètres de ces sources peuvent être cartographiés. La figure VI est une carte de l'ensoleillement d'un pays. Le rayonnement solaire est la source fondamentale de l'énergie; celle-ci parvient à la terre sous forme d'un flux constant de chaleur.

Variables	Classification	Observations
a. Terres boisées (J/ha)	Type de terre boisée	Y compris plantations et bois de village
b. Tourbières (J/ha)	Type de tourbière	
c. Résidus agricoles (J/ha)	Type de culture	Peuvent aussi être utilisés comme engrais
d. Cours d'eau (kwh)	Type de cours d'eau	Potentiel hydro-électrique

e. Autres sources d'énergie hydraulique (kwh)	Type de source	Y compris énergie marémotrice, sources thermales
f. Vent (km/h)	Station	Identifier les zones propices
g. Energie solaire (J/ha)	Station	Potentiel d'énergie solaire
h. Energie thermique (J)	Type de source	Y compris sources thermales, volcans

D.3.2.2 Infrastructures énergétiques

La base de données sur les infrastructures énergétiques couvrira toutes les infrastructures créées par l'homme pour exploiter les sources d'énergie renouvelables, depuis les foyers à bois simples mais économiques jusqu'aux gigantesques barrages hydroélectriques. L'hydroélectricité est aujourd'hui de loin la principale source d'énergie renouvelable. Toutefois, de grands progrès ont été réalisés dans l'exploitation de la biomasse à des fins énergétiques (la production d'essence à l'alcool au Brésil en est un exemple) ainsi que dans les expériences de transformation de l'énergie solaire et éolienne en électricité. Dans beaucoup de régions, la principale source d'énergie est le bois ou d'autres matières organiques telles que la bouse de vache. On cherche à mettre au point de petites unités de production d'énergie efficaces et basées sur les ressources renouvelables locales. Les statistiques des unités d'habitation équipées sont décrites dans *Statistiques des établissements humains*, section D.1.1.d.

Les statistiques des infrastructures pour l'exploitation des énergies renouvelables servent surtout à suivre l'évolution de la nature et de l'ampleur de cette exploitation. Ainsi, la taille moyenne des barrages hydroélectriques est beaucoup plus grande qu'au début du siècle; de vastes zones sont submergées au prix de graves nuisances socio-économiques et écologiques. Autre innovation technique, les lignes de transmission à haute puissance qui permettent de transporter le courant sur de longues distances et donc d'exploiter des sites très éloignés des consommateurs, tels que la baie James au Québec Canada. Des barrages hydroélectriques dénaturent les habitats de la faune et la vie tribale jusque dans les zones les plus reculées.

Figure VI. Nombre moyen d'heures d'ensoleillement annuelles en Suède, 1931-1960



Source: Statistiska Centralbyrån, Naturmiljön i siffror, *Miljöstatistisk Årsbok 1986 - 1987* (Stockholm, 1987).

Variables	Classification	Observations
a. Equipements pour l'exploitation énergétique de la biomasse (kwh, J, nombre)	Type d'équipement	Y compris générateurs d'électricité et distilleries, etc.
b. Equipements solaires (kwh, J, nombre)	Type d'équipement	Générateurs, chauffage, etc.
c. Stations éoliennes (kwh, J, nombre)	Type d'équipement	Collectives, individuelles, moulins à vent traditionnel
d. Petites installations hydrauliques (kwh, nombre)	Type d'équipement	Moulins, petits générateurs, etc.
e. Energie géothermique (kwh, J, nombre)	Type d'équipement	Chauffage et générateurs d'électricité collectifs et individuels
f. Barrages hydroélectriques (m ³ , ha, kwh)	Type de barrage taille du réservoir, date de construction	Préciser s'il s'agit de barrages polyvalents
g. Autres infrastructures hydrauliques (kwh)	Type de source	Chutes d'eau, force marémotrice, vagues
h. Transmission d'énergie hydroélectrique (km, kwh)	Capacité	

D.4 INVENTAIRES DES ECOSYSTEMES

Les inventaires des écosystèmes servent à comptabiliser la taille, la diversité et la répartition géographique des ressources nationales. On tend de plus en plus à traiter ces ressources comme un capital national et plusieurs initiatives internationales ont été lancées pour inciter les pays à créer des réserves d'écosystèmes naturels (Cf. section C.1.1) L'inventaire des écosystèmes peut être utilisé pour la restauration de zones critiques qui ont perdu leur capacité de charge naturelle; il peut servir de cadre pour l'établissement de cartes écologiques et de base de données et fournir des indicateurs essentiels pour l'évaluation du développement écologiquement rationnel. Les inventaires sont en quelque sorte des bases de données intégrées sur la nature, caractérisées par:

a) La classification des écozones ou écosystèmes (Cf. *infra*);

b) L'inclusion de paramètres décrivant les caractéristiques bio-physiques (physiographie, végétation, géologie, climat);

c) L'inclusion de paramètres spatiaux (superficies, coordonnées géographiques);

d) L'évaluation des ressources naturelles au moyen d'indicateurs de la santé des écosystèmes (diversité des espèces, capacité de charge, incidence des maladies etc.);

e) L'évaluation des activités humaines pertinentes telles que changements de l'utilisation des terres, prélèvement de biotes, protection et restauration de l'environnement.

Bien que l'objectif ultime soit de disposer d'une classification fine des écosystèmes qui puisse être appliquée au niveau des arrondissements ou des cantons, la première étape consistera en général à délimiter un petit nombre d'écozones - peut-être quinze ou vingt - au niveau des provinces. Les critères utiliser pour délimiter les écozones sont:

a) La physiographie (collines, plaines, zones côtières, etc.);

b) Les caractéristiques des sols et de la surface (sols organiques, affleurements rocheux, pierres, sols alluviaux etc.);

c) Le climat (chaud et humide, frais et sec, tempéré, maritime etc.);

d) La flore et la faune (composition spécifique, en particulier flore dominante, terres boisées, prairies, marécages etc.).

Le tableau 10 décrit les caractéristiques des écozones définies aux fins de l'analyse et des statistiques au Canada.

Les systèmes de classification des écozones ou unités biophysiques sont en général hiérarchisés. Le niveau le plus élevé décrit les grands types de biomes (forêts, prairie, toundra, désert); ceux-ci sont subdivisés en types écologiques, par exemple forêts tempérées, tropicales et boréales. Le niveau suivant fait intervenir des critères tels que climat, sol, flore et faune dominantes pour définir des écosystèmes tels que forêt

côtière humide, système alpin ou mangrove. Viennent ensuite les systèmes modifiés par l'homme, définis en fonction des principales cultures et des animaux élevés, ainsi que des établissements et infrastructures. Les inventaires forestiers sont une science encore jeune qui progresse avec les techniques de cartographie de l'environnement. La classification des écosystèmes aux fins des statistiques appelle un niveau de généralisation compatible avec la cartographie par superposition des données socio-économiques.

Tableau 10. Caractéristiques des écozones terrestres du Canada

Ecozone	Géographie physique	Végétation	Sols et matériaux de surface	Climat	Vocation actuelle
Cordillère de toundra	Hautes terres montagneuses	Toundra alpine et arctique	Cryosols et brunisols, colluvions, moraines, roche	Froid, semi-aride, subarctique	Piégeage, chasse, loisirs, tourisme, mines
Cordillère boréale	Hautes terres montagneuses, quelques collines et plaines	Boréale, toundra alpine et forêts clairsemées	Brunisols; colluvions, moraines, roche	Modérément froid, montagneux et humide	Chasse, piégeage, exploitation forestière, loisirs, mines
Maritime du Pacifique	Hautes terres montagneuses, quelques plaines côtières	Côtière, pruche de marais, pruche de l'Ouest	Podzols; colluvions, moraines, roche	Très humide, doux, maritime tempéré	Exploitation forestière, pêche, urbanisation, agriculture
Cordillère montagnarde	Hautes terres montagneuses et plaines intérieures	Végétation mixte; peuplements de conifères à champ d'armoise	Luviosols, brunisols, moraines, colluvions, roche	Modérément froid, de humide montagnard à aride	Exploitation forestière, agriculture, tourisme, loisirs
Plaines boréales	Plaines; quelques avant-monts	Peuplements de conifères et de feuillus boréaux	Luviosols, moraines, dépôts lacustres	Modérément froid, boréal humide	Exploitation forestière, agriculture, loisirs, piégeage
Plaines de taïga ^{1/}	Plaines, quelques avant-monts	Forêts clairsemées; landes d'arbustes et terres humides	Cryosols, brunisols, dépôts organiques et moraines	De subarctique froid semi-aride à boréal humide	Chasse, piégeage, loisirs
Prairies	Plaines; quelques avant-monts	Prairies mixtes d'herbes courtes; tremblais	Sols chemozémiques, moraines, dépôts lacustres	Frais, semi-aride	Agriculture, urbanisation, loisirs
Bouclier de taïga	Plaines; quelques collines intérieures	Forêts clairsemées, toundra arctique et landes de lichens	Cryosols, brunisols, moraines, roche	Humide, de boréal froid à subarctique froid semi-aride	Chasse, piégeage, loisirs
Bouclier boréal ^{2/}	Plaines; quelques collines intérieures	Peuplements de conifères et de feuillus boréaux	Brunisols, moraines, roche, dépôts lacustres	Froid, boréal humide	Exploitation forestière, mines, loisirs, tourisme
Plaines de la baie d'Hudson	Plaines	Terrains humides; toundra arctique et quelques peuplements de conifères	Cryosols, dépôts organiques et marins	De subarctique froid semi-aride à boréal froid	Chasse, piégeage, loisirs
Plaines de forêts mixtes	Plaines; quelques collines intérieures	Peuplements mixtes de feuillus et de conifères	Luviosols, moraines, dépôts marins, roche	De frais à boréal doux	Agriculture, urbanisation, loisirs
Maritime de l'Atlantique	Collines et plaines côtières	Peuplements mixtes de feuillus et de conifères	Brunisols, luviosols, moraines, colluvions, dépôts marins	Frais, maritime tempéré humide	Exploitation forestière, agriculture, pêche, tourisme
Bas-Arctique	Plaines; quelques collines intérieures	Toundra arctique d'arbustes, d'herbes et de lichens	Cryosols, moraines, roche, dépôts marins	Froid, arctique sec	Chasse, piégeage, loisirs, mines
Haut-Arctique	Plaines et collines	Toundra arctique d'herbes et de lichens	Cryosols, moraines, roche, dépôts marins	Très froid, arctique sec	Chasse, piégeage, loisirs, mines
Cordillère arctique	Hautes terres montagneuses	Sans végétation, toundra arctique d'arbustes et d'herbes	Cryosols, glace, neige, colluvions	Extrêmement froid, arctique sec	Chasse

^{1/} Le terme *taïga* est utilisé ici pour désigner une zone de transition entre la forêt et la toundra, qui encercle l'hémisphère Nord.

^{2/} Le terme *boréal* s'applique aux régions de forêts de conifères qui couvrent une bonne partie des latitudes centrales du Canada

Source: Rapport sur l'environnement au Canada (Ottawa, 1986)

Notes

1. Publication des Nations Unies, N° de vente F 82.XVII.4
2. Publication des Nations Unies, N° de vente F 83.XVII.12
3. Publication des Nations Unies, N° de vente F 84.XVII.12 6
4. *Documents officiels du Conseil économique et social, Supplément N° 6 (E/1985/26), par. 86(d)*
5. Publication des Nations Unies, N° de vente F.88.XVII.14
6. Commission mondiale pour l'environnement et le développement, *Notre avenir à tous*, Editions du Fleuve, Québec (Canada, 1989 (A/42/427))
7. Voir, par exemple, les débats récents de la deuxième Conférence de l'Association internationale pour les statistiques officielles (Beijing, 16 -19 octobre 1990)
8. Ainsi, des études évaluant les stocks et les variations des stocks de certaines ressources naturelles, par exemple par la comptabilité des ressources matérielles (voir annexe I) pourraient utilement combiner certains éléments des catégories d'information D et B. De même, pour analyser les flux de pollution entre le point d'émission et le point de rejet dans les éléments et les concentrations ambiantes dans ces derniers, il faudra relier les variables des sections A.2 et B.2.
9. Ces activités sont plus précisément définies comme des facteurs de stress dans un modèle de l'environnement décrivant les stress et les réactions. Le postulat de base est que ces activités sont des processus entropiques qui nécessitent des apports d'énergie et de matière pour maintenir les systèmes humains de production. Le stress résulte d'activités mesurées en termes de quantités extraites ou récoltées, de variations de l'utilisation des terres (par exemple drainage des marécages) et des quantités et propriétés chimiques des rejets de résidus tels que les émissions de SO₂. Les stress se manifestent par des symptômes d'affaiblissement des écosystèmes et de la santé humaine. Les mesures de ces affaiblissements sont les indicateurs de la santé des écosystèmes, par exemple la productivité primaire et la diversité des espèces, les mesures de la qualité des éléments et certains indicateurs de la santé humaine. Dans le modèle stress-réaction, ces indicateurs sont appelés réactions de l'environnement. Dans le CDSE, le terme "réaction" est réservé aux réactions sociales aux incidences sur l'environnement.
10. On trouvera une analyse complète des fondements théoriques de cette approche dans N. Georgescu-Roegen, *The Entropy Law and the Economic Process* (Cambridge; Harvard University Press, 1971).

11. *Classification internationale type, par industrie, de toutes les branches d'activité économique* (Publication des Nations Unies, N° de vente F.90.XVII.11).
12. L'inquiétude que suscite la dégradation de la qualité nutritionnelle des aliments provoquée par les résidus de pesticides, les additifs, les rayonnements ou l'utilisation d'hormones dans l'élevage est attestée par de nombreuses manifestations (cf. section B.3.1). Face à cette inquiétude, une réaction consiste à mettre au point de nouvelles pratiques agricoles, en particulier l'"agriculture organique".
13. L'agriculture est une activité qui utilise beaucoup de terre. Dans les pays industriels avancés, la valeur ajoutée dans l'agriculture ne représente que quelque 5 à 7 pour cent du PIB; pourtant, elle occupe plusieurs fois plus de terres que toutes les autres activités économiques. Dans le secteur forestier, qui se classe tout de suite après l'agriculture pour ce qui est de l'occupation des terres, 2 à 5 pour cent seulement des terres forestières sont exploitées intensivement chaque année.
14. La régénération naturelle se produit généralement par cycles successifs d'essences dominantes. Les premières à s'établir sont généralement des essences à croissance rapide, rustiques et tolérant des écosystèmes altérés. Ce sont en général des essences non commerciales; elles établissent parfois un écosystème différent de celui de la forêt initiale. Si le nouveau peuplement n'est pas exploitable commercialement, il est désigné dans les inventaires commerciaux comme forêt insuffisamment reconstituée. Le cycle de succession finit par aboutir à des forêts climaciques. Celles-ci sont généralement caractérisées par des arbres de grande taille, une assez grande diversité et le développement de niches spécialisées. On notera que les forêts climaciques ont une biomasse considérable mais une faible productivité alors que les forêts secondaires sont caractérisées par une faible biomasse et une grande productivité. Il faut des siècles pour que le climax se reconstitue, surtout dans le cas des forêts complexes et en particulier des forêts humides. Dans les forêts commerciales, exploitées par rotation, l'écosystème forestier primitif peut être définitivement perdu.
15. Pendant les années 70, beaucoup de pays maritimes ont porté leurs zones côtières à 200 miles au lieu des 12 miles traditionnels. Une des motivations qui a incité à établir les "zones économiques exclusives" est le désir d'aménager les pêcheries de façon durable.
16. Bureau de statistiques du Secrétariat des Nations Unies, août 1984, manuscrit inédit.
17. CES/636, juin 1989.

18. La demande biologique en oxygène (DBO) est une mesure de l'oxygène en solution réduit par les matières organiques et non organiques contenues dans l'eau. La DBO est un bon indicateur des stress que peuvent subir les végétaux et les animaux aérobies.
19. Plusieurs conventions ont été adoptées dans le cadre du Programme du PNUE pour les mers régionales, notamment la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution et la Convention sur la protection et la mise en valeur du milieu marin dans la région des Caraïbes.
20. Dans les régions arctiques et les déserts, les décharges de bidons de pétrole, les matériaux de construction abandonnés et les carcasses de véhicules restent intacts indéfiniment. Les armes, véhicules et autres matériaux abandonnés, y compris les obus, bombes et mines non explosés, sont un autre type de débris, imputable aux guerres technologiques modernes.
21. Selon beaucoup d'auteurs, la mauvaise utilisation des terres dans des zones vulnérables aux phénomènes météorologiques extrêmes est la cause de beaucoup de tragédies humaines. En d'autres termes, l'activité socio-économique devrait se limiter à des zones plus restreintes que ne sembleraient le justifier les fluctuations météorologiques observées. Quand la pauvreté extrême oblige certaines populations à dépasser ces limites, c'est un symptôme de pollution par le paupérisme.
22. On notera que dans le CDSE, les catastrophes dues à l'activité humaine telles que les grands accidents industriels ou les effets des guerres ne sont pas comprises dans les statistiques des activités. Mais dans la mesure où ces actions produisent des rejets dans l'environnement et d'autres effets, elles peuvent être représentées par les rejets de résidus dans les éléments (A.2.1) ou par leurs incidences sur l'environnement (section B). Voir notamment à la section B.3.2 les effets des catastrophes écologiques tant naturelles que dues à l'action de l'homme.
23. Les inventaires sont classiquement établis au début et à la fin d'une période comptable (stocks d'ouverture et de fermeture). Dans les inventaires biologiques, on mesure traditionnellement le matériel sur pied (en-cours) ou le volume qui reste après l'extraction. Pour les cultures, qui sont entièrement récoltées à la fin de chaque cycle, les stocks seraient alors nuls. Pour résoudre ce dilemme, il est suggéré ici de prendre en considération les stocks de cultures tels qu'ils sont juste avant la récolte, c'est-à-dire lorsque la biomasse est à son maximum.
24. L'accroissement de la teneur en CO₂ et l'appauvrissement de la couche d'ozone pourraient être considérés dans ce contexte comme des gains et pertes physiques.

25. La distinction entre pollution atmosphérique, qualité de l'air urbain et qualité de l'air en milieu clos est, en fait, une classification des niveaux auxquels la pollution est mesurée. Le problème de la qualité de l'air en milieu clos concerne principalement certains groupes professionnels exposés à des risques et dont la santé en souffre. C'est en général la qualité de l'air en milieu clos qui est prise en considération, mais le problème de la qualité de l'air que respirent les travailleurs se pose aussi pour des activités de plein air, par exemple traitements par pulvérisation des cultures, lutte contre le feu, régulation de la circulation. Si la qualité de l'air dans les villes est une source de préoccupation, c'est essentiellement parce que tous les citoyens sont exposés à des risques. La pollution atmosphérique est liée aux problèmes mondiaux ou transnationaux tels que pluies acides, évolution du climat et destruction de la couche d'ozone.
26. Voir à la partie A de l'annexe III, la liste de substances polluantes présentée dans la Classification statistique type de la CEE de la qualité de l'eau.
27. Cf. par exemple le Registre des traités internationaux et autres accords dans le domaine de l'environnement établi en 1991 par le PNUE (UNEP/GC.16/Inf.4).
28. "Indicateurs de la qualité de l'eau du point de vue des écosystèmes", document présenté par Statistique Canada à la réunion officielle sur les statistiques de l'utilisation et de la qualité de l'eau de la Conférence des statisticiens européens (Commission économique pour l'Europe) (12-14 décembre 1983).
29. La Conférence des Nations Unies pour l'environnement et le développement qui doit se tenir à Rio de Janeiro du 1er au 12 juin 1992 devrait proposer des recommandations, des plans d'action et des conventions sur le développement écologiquement rationnel et durable.
30. Cf. P. Bartelmus, C. Stahmer et J. van Tongeren "SNA Framework of integrated environmental and economic accounting", *Review of Income and Wealth*, série 37 N°2 (1991), pages 111-148. Le Bureau de statistiques des Nations Unies publiera en 1992 un manuel de comptabilité environnementale et économique intégrée.
31. Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN). *World Conservation Strategy* (Gland, Suisse, 1980). Une approche plus vaste, axée sur le développement durable, a été proposée depuis dans "Strategy for Sustainable Living" (UICN, PNUE, WF. *Caring for the Earth* (Gland, Suisse, 1981).
32. La notion d'écodéveloppement a été proposée à l'origine par le PNUD et définie comme un développement "aux niveaux régional et local ... poursuivi en fonction du potentiel

d'une région donnée, en attachant une grande importance à l'utilisation adéquate et rationnelle des ressources naturelles, ainsi qu'à l'application de styles technologiques (innovation et assimilation) et de modes organisationnels qui respectent les écosystèmes naturels et les structures socioculturelles locales". Voir le programme proposé dans PNUE/GC/3, par. 100.

33. R.E. Munn, "The Design of integrated monitoring systems to provide early indications of environmental/ecological changes" dans Proceedings of the State of the Biosphere, Taskent, 1985.
34. Projet CEE de cadre international type à utiliser pour l'établissement des statistiques de la faune, de la flore et de leurs habitats (CES/548/Add.4/Rev.1, 30 avril 1985).
35. Le processus de carbonisation transformant la biomasse en tourbe s'étale sur des périodes dépassant de loin l'horizon de la planification. Ce combustible devrait donc être traité comme non renouvelable. Il est toutefois inclus ici parce qu'il est considéré parmi les sources d'énergie alternatives.
36. Le gradient géothermique mesure la variation de température par kilomètre de profondeur dans la croûte terrestre. Un moyen de l'exploiter est de faire circuler l'eau entre la surface et une profondeur suffisante pour qu'elle revienne en surface sous forme de vapeur. Les gradients géothermiques varient beaucoup d'une région à l'autre mais tendent en général à être de l'ordre de 30 °C par kilomètre. Quand la croûte est mince dans les zones volcaniques et sismiques où les roches sous-jacentes ont été perturbées, le gradient peut être beaucoup plus élevé. Harvard University Press, 1971.

ANNEXES

Annexe I

STATISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT, COMPTABILITE DES RESSOURCES NATURELLES ET SYSTEME DE COMPTABILITE NATIONALE

A la suite du rapport de la Commission mondiale pour l'environnement et le développement^{a/} qui a sensibilisé l'opinion mondiale au problème du développement durable, l'intégration de l'environnement dans la comptabilité nationale suscite un intérêt croissant. En effet, il est désormais reconnu que les ressources naturelles renouvelables et non doivent être traitées comme un capital. Leur épuisement et leur dégradation doivent être considérés comme des coûts écologiques à soustraire des chiffres du revenu national et du produit national pour obtenir des indicateurs tenant compte de l'environnement.

La notion de "production" et de facteurs de production retenue dans le CDSE est plus large que celle qui est actuellement utilisée dans le SCN, qui traite les ressources naturelles et les processus de croissance naturelle comme des biens gratuits. Par exemple, le SCN ne tient pas compte des intrants naturels (énergie solaire, eau, éléments fertilisants) et ne compte dans les coûts de production que les intrants produits ou récoltés par l'homme (travail, capital artificiel, matières première et énergie). En autres termes, il n'y a production (économique) au sens du SCN que s'il y a transaction commerciale. Cette exclusion du capital naturel crée une anomalie car la reproduction et la croissance biologique et les flux matériels de ressources naturelles contribuent à la production économique et la mortalité et l'appauvrissement naturel la minorent.

Le cadre conceptuel des bases de données du CDSE sur les stocks de ressources naturelles est présenté dans l'introduction de la section D. La section B.1, Réductions et augmentations de ressources, décrit les variations nettes des stocks de ressources biologiques cycliques et non renouvelables. Un programme complet de statistiques de l'environnement fournit donc les bases de données nécessaires à la comptabilité des ressources naturelles; les différentes catégories d'informations du CDSE et leurs relations sont illustrées dans l'organigramme ci-après. La comptabilité des ressources nationales fournit les bases de données quantitatives nécessaires pour intégrer l'environnement dans la comptabilité nationale modifiée (exprimée en valeur).

Pour la comptabilité des ressources naturelles (CRN), les bases de données du CDSE sont reformatées de façon à permettre la surveillance des stocks et flux de ressources naturelles d'un

pays. En d'autres termes, la CRN consiste à faire des agrégats de statistiques de l'environnement en vue de décrire l'état du capital et des stocks naturels d'un pays et leurs variations. Les principaux éléments de la CRN sont:

- a) Qualité et quantité des stocks de ressources naturelles;
- b) Taux de réduction ou d'accroissement;
- c) Utilisation ou disponibilités de ressources naturelles pour la production économique, y compris le commerce international;
- d) Contribution des ressources naturelles au bien-être humain (c'est ce que l'on appelle parfois services fournis par l'environnement).

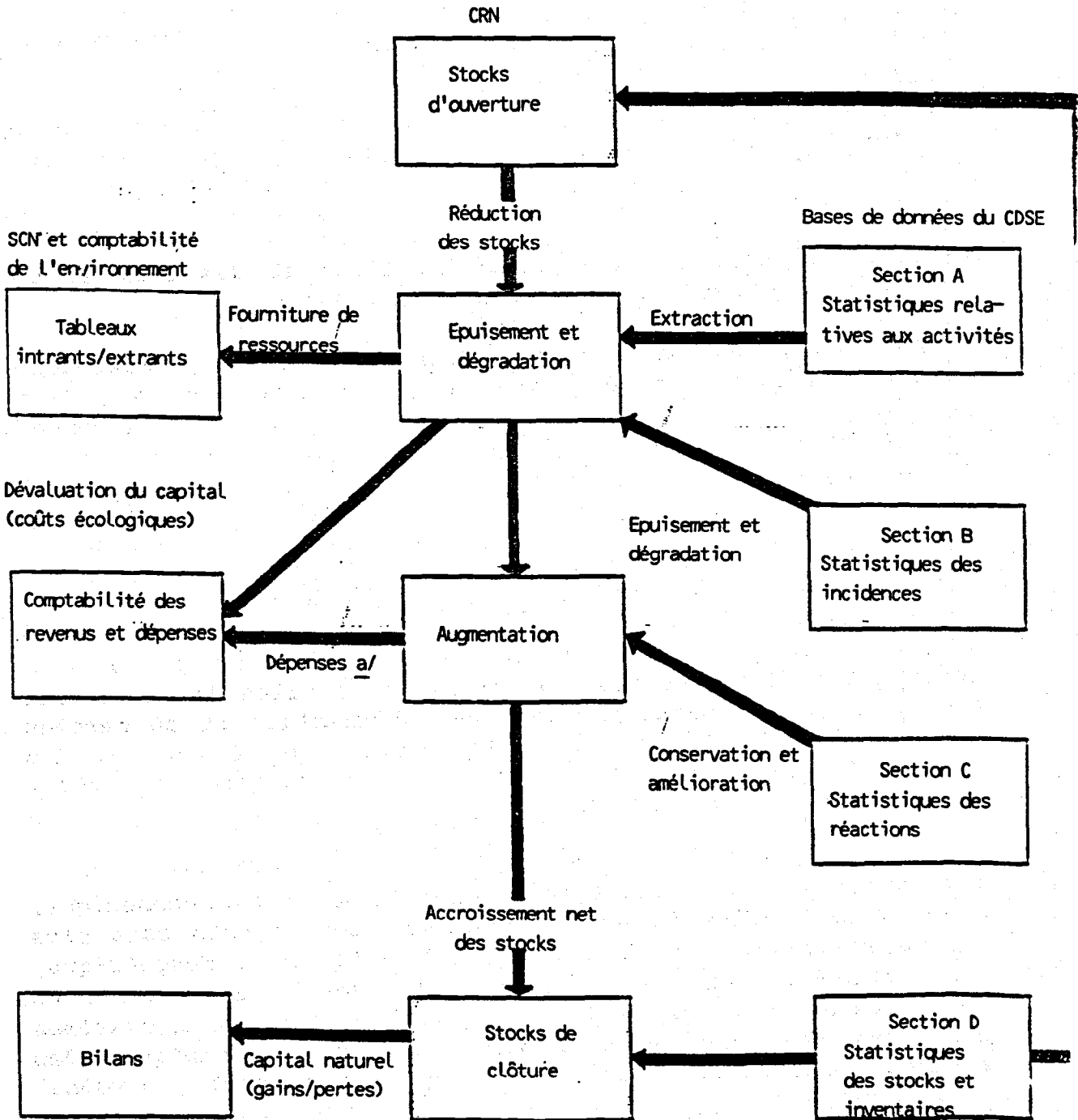
Les composantes a) et b) décrivent les stocks et flux matériels des divers types de ressources naturelles. Les composantes c) et d) sont la prolongation socio-économique de la CRN. La quantité et la valeur des intrants naturels utilisés dans les processus économiques permettent d'intégrer la CRN dans les matrices intrants/extrants. L'attribution d'une valeur aux effets sur l'environnement - c'est-à-dire aux variations de la quantité (disponibilités) et de la qualité du capital écologique - permet de transposer les bilans matériel dans une comptabilité de l'environnement exprimée en valeurs et qui devrait constituer un système satellite du système de comptabilité nationale, le SCN b/.

Les trois grandes catégories de la CRN sont:

- a) Les comptes des ressources biologiques et des écosystèmes (CRBE)
- b) Les comptes des ressources non renouvelables (CRNR)
- c) Les comptes des ressources cycliques (CRC)

Les CRBE constituent la base de données sur la "productivité naturelle". Les stocks et les flux sont enregistrés pour a) les populations et leur diversité (nombres), b) l'état et la superficie des habitats et c) la biomasse (poids ou volume). L'objectif est de fournir une mesure de la biomasse ou des populations qui entrent dans les systèmes de production humains (agriculture, foresterie, utilisations de la faune (chasse) et

Relations entre le CDSE, la CRN et le SCN



a / Y compris coûts de la protection, de la conservation et de la restauration de l'environnement, dépenses destinées à améliorer la productivité des ressources biologiques (boisement par exemple) et coûts de prospection et découverte de ressources non renouvelables.

pêche (commerciale). La valeur de la production de biens biologiques produits par ces activités représente une partie importante du produit intérieur brut. Les services fournis par l'environnement (utilisation des forêts pour les loisirs, beauté des paysages, habitats de la faune) échappent aux définitions de la comptabilité nationale, bien que l'accès à ces ressources contribue au bien-être humain. Bien que le principe de l'internalisation des externalités positives et négatives soit reconnu en économie, cet aspect des choses échappe au SCN à cause de la difficulté d'attribuer une valeur à ces biens et services le plus souvent non marchands. Les interdépendances complexes entre économie, environnement et santé humaine invitent à étudier des méthodes d'évaluation des services fournis par l'environnement, surtout dans la mesure où ils font intervenir la notion d'intégrité des écosystèmes, de variables météorologiques, de purification de l'air et des eaux et de fonctions dans les cycles physiques et chimiques.

Les CRNR posent moins de problèmes conceptuels; premièrement parce que l'extraction des minéraux et des hydrocarbures n'est pas réversible (il n'y a pas de réalimentation), deuxièmement parce que leur utilisation n'est généralement pas polyvalente et troisièmement parce que l'état de ces ressources est directement lié au niveau de l'activité économique étant donné que la production des industries minières et énergétiques est exactement proportionnelle aux prélèvements dans les réserves. En pratique, la question est plus compliquée en raison de l'incertitude des réserves réelles. Les comptes font donc apparaître aussi des augmentations des stocks dues à de nouvelles découvertes ou à la réévaluation des réserves existantes (à la suite de variations des prix des produits, d'effets de substitution et de percées technologiques). La taille et l'accessibilité économique des stocks de réserve peuvent donc être considérées comme des actifs dans la comptabilité économique.

Les CRC rendent compte des aspects de l'atmosphère et de la lithosphère qui sont étroitement liés à la production économique, à la santé humaine et aux écosystèmes. Ces aspects sont plus généralement désignés par les termes de pollution atmosphérique, utilisation et qualité de l'eau, utilisation des terres et fertilité des sols. On peut distinguer dans les grands systèmes cycliques des sous-systèmes tels que cycles chimiques des systèmes biotiques et abiotiques (nutriments, azote, oxygène, ozone, carbone). Etant donné l'extrême complexité, l'étendue planétaire et la longue durée, à l'échelle des ères géologiques, des systèmes cycliques de la lithosphère, il est difficile de décrire les stocks et flux de ces systèmes par des statistiques.

Malgré ces limites, les données météorologiques et les statistiques de la pollution peuvent être considérées comme des descripteurs utiles de l'état de l'environnement et de ses variations. Les cartes des sols et les données sur l'utilisation des terres décrivent l'état de la surface de la lithosphère et les données sur l'érosion et les variations de l'utilisation des terres sont des descripteurs utiles des variations de cet état. Les systèmes cycliques hydrologiques, quant à eux, se prêtent à une comptabilité des stocks et des flux basée sur les volumes d'eau stockés dans lacs et réservoirs et par les observations journalières, mensuelles ou annuelles du débit des cours d'eau. Les cycles des produits chimiques et des nutriments peuvent être observés au moyen d'expériences contrôlées dans de petits écosystèmes, mais la transposition de ces observations en bilans mondiaux des stocks et des flux n'a guère dépassé le stade de modèles grossiers. Toutefois, la surveillance des données sur la concentration de CO₂ et l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique sont des exemples de méthodes statistiques d'enregistrement des variations des stocks et des flux dans les systèmes cycliques atmosphériques.

L'intégration des CRN dans le SCN nécessite des méthodes d'évaluation des biens et services non marchands. Des techniques basées sur les prix fictifs, la propension à payer, le coût d'opportunité, la dépréciation du futur, etc., analogues à celles qui sont utilisées pour la comptabilité des biens marchands, ont été mises au point. Le Bureau de Statistique de l'ONU travaille actuellement à un manuel de comptabilité intégrée de l'environnement et de l'économie, qui proposera des méthodes de comptabilité et des dépenses de protection de l'environnement, du capital naturel et de ses modifications, ainsi que des coûts et bénéfices des services fournis pour l'environnement et de l'utilisation des ressources naturelles. Ce manuel décrira aussi la présentation de la CRN sous une forme compatible avec le SCN, qui est essentielle pour créer la base de données qui permettra d'intégrer l'environnement dans les comptes économiques.

Notes

a/ Voir Commission mondiale pour l'environnement et le développement, *Notre avenir à tous*, Editions du Fleuve, Québec (Canada), 1989.

b/ P. Bartelmus, C. Stahmer et J. van Tongeren, "Integrated environmental and economic accounting Framework for a SNA satellite system", *Review of Income and Wealth*, Série 37, N° 2(1991). pages 111-148.

Annexe II

CATEGORIES DE LA STATISTIQUE TYPE DE LA CEE DE L'UTILISATION DES SOLS

(CES/637, 7 avril 1989)

1. Terres agricoles
 - 1.1 Terres labourables
 - 1.2 Terres consacrées à des cultures permanentes
 - 1.3 Terres consacrées à des prairies et à des pâturages permanents
 - 1.4 Autres terres agricoles, n.d.a.
 - 1.5 Total des terres agricoles
dont: Terres agricoles en jachère

2. Forêts et autres terrains boisés
 - 2.1 Total des terrains occupés par des forêts et autres terrains boisés
dont: peuplements d'espèces exotiques peuplements particulièrement exposés aux feux de forêts:
 - 2.1.1 Avec la production de bois comme principale utilisation reconnue
 - 2.1.2 Avec la protection, la conservation de la nature et l'utilisation biologique comme principale utilisation reconnue
 - 2.1.3 Avec les loisirs comme principale utilisation reconnue

 - 2.2 Forêts de résineux
 - 2.2.1,2,3 (comme 2.1)

 - 2.3 Forêts de feuillus
 - 2.3.1,2,3 (comme 2.1)

 - 2.4 Forêts mixtes
 - 2.4.1,2,3 (comme 2.1)

 - 2.5 Autres terrains boisés
 - 2.5.1,2,3 (comme 2.1)

3. Terrains bâtis et terrains connexes (à l'exclusion des bâtiments agricoles dispersés)
 - 3.1 Terrains résidentiels
 - 3.1.1 Avec principalement des immeubles d'un ou deux étages
 - 3.1.2 Avec principalement des immeubles de trois étages et plus
 - 3.2 Terrains industriels (à l'exclusion des terrains classés dans la catégorie 3.3 ci-après)
 - 3.3 Terrains utilisés pour les carrières, puits, mines et installations annexes
 - 3.3.1 Terrains utilisés pour la récolte de la tourbe
 - 3.3.2 Terrains occupés par des exploitations minières à ciel ouvert et des carrières
 - 3.3.3 Autres terrains n.d.a
 - 3.4 Terrains commerciaux
 - 3.5 Terrains utilisés pour les services publics (à l'exclusion de l'infrastructure de transport, de communications et de l'infrastructure technique)
 - 3.6 Terrains à usage mixte
 - 3.7 Terrains utilisés pour les transports et les communications, n.d.a.
 - 3.8 Terrains occupés par les infrastructures techniques
 - 3.8.1 Terrains utilisés pour l'évacuation des déchets
 - 3.8.2 Terrains utilisés pour la distribution de l'eau et le traitement des eaux usées
 - 3.8.3 Terrains utilisés pour la production et la distribution d'électricité
 - 3.8.4 Autres terrains occupés par les infrastructures techniques, n.d.a
 - 3.9 Terrains à usage de loisirs et autres espaces ouverts
 - 3.9.1 Parcs, espaces verts, espaces intégralement constitués et jardins, cimetières, etc.

- 3.9.2 Terres à usage de loisirs occupés par des campings, des résidences secondaires ou des maisons de vacances
- 3.9.3 Terrains actuellement en construction
- 3.9.4 Terrains destinés à être construits
- 3.9.5 Autres terrains à usage de loisirs n.d.a

4. Zones humides

4.1 Zones palustres

- 4.1.1 Zones palustres ombrogènes (plateaux marécageux)
- 4.1.2 Zones palustres soligènes (plaines marécageuses)

4.2 Toundra humide

4.3 Autres zones humides, n.d.a

5. Espaces naturels ouverts avec végétation particulière

5.1 Landes

5.2 Toundra sèche

5.3 Pâturages de montagne

- 5.3.1 Utilisés pour le pacage des animaux domestiques
- 5.3.2 Non utilisés pour le pacage des animaux domestiques

5.4 Autres espaces naturels avec végétation particulière, n.d.a.

6. Espaces naturels ouverts sans végétation ou avec peu de végétation

6.1 Roches nues, glaciers, neiges éternelles

- 6.1.1 Roches nues
- 6.1.2 Glaciers et neiges éternelles

6.2 Plages, dunes et autres terrains sablonneux

6.3 Autres espaces, naturels sans végétation ou avec peu de végétation, n.d.a

7. Eaux

7.1 Eaux intérieures

dont: dans les zones portuaires

7.1.1 Cours d'eau naturels

7.1.2 Cours d'eau artificiels

7.1.3 Mers intérieures (eau douce ou eau salée),
lacs, étangs, plans d'eau côtiers fermés par
les terres

7.1.4 Réservoirs artificiels

7.1.5 Autres eaux intérieures, n.d.a

7.2 Eaux côtières

dont: dans les zones portuaires

7.2.1 Lagunes côtières

7.2.2 Estuaires

7.2.3 Autres eaux côtières, n.d.a.

Annexe III

**PROJET DE CLASSIFICATION STATISTIQUE TYPE DE LA QUALITE DE L'EAU
(CES/688, 15 mars 1990)**

Partie A: Liste de substances polluantes

1. Paramètres généraux [tonnes]
 - 1.1 Demande biochimique d'oxygène des rejets (DBO₅)
 - 1.2 Demande chimique en oxygène des rejets (DCO-Mn)
 - 1.3 Quantité totale de matières solides en suspension
 - 1.4 Quantité totale de matières solides dissoutes

2. Substances nutritives [tonnes]
 - 2.1 Quantité totale de phosphore
 - 2.2 Quantité totale d'azote

3. Substances nocives [tonnes]
 - 3.1 Arsenic
 - 3.2 Cadmium
 - 3.3 Chrome
 - 3.4 Cuivre
 - 3.5 Plomb
 - 3.6 Mercure
 - 3.7 Nickel
 - 3.8 Zinc
 - 3.9 Aluminium
 - 3.10 Autres substances inorganiques nocives

3.11 Hydrocarbures

3.12 Hydrocarbures organiques chlorés

3.13 Autres composés organiques

4. Rejets microbiologiques [nombre/100]

4.1 Coliformes thermorésistants

4.2 Streptocoques fécaux

Partie B: Catégories de qualité de l'eau

Le tableau qui suit présente des variables et des fourchettes de qualité, par catégorie. Les valeurs indiquées entre parenthèses correspondent aux eaux courantes, les autres aux masses d'eau stagnantes et courantes ou, si elles sont accompagnées de valeurs entre parenthèses, aux eaux stagnantes seulement.

Les catégories de qualité générale sont les suivantes:

Catégorie I: Excellente (eau bleue)

Eau claire, oligotrophe à l'état naturel ou occasionnellement très légèrement polluée par les activités de l'homme, et uniquement par des substances organiques. Sa quasi-saturation permanente en oxygène et sa faible teneur en nutriments et en bactéries en font une eau particulièrement propice à la reproduction des salmonidés. Son pouvoir tampon est très bon.

Catégorie II: Bonne (eau verte)

Eau mésotrophe légèrement polluée, recevant de faibles quantités de matières organiques provenant des installations communales de traitement des eaux usées ou d'une pollution diffuse. La saturation en oxygène est bonne tout au long de l'année. Les charges peuvent entraîner une légère augmentation de la productivité primaire. Le pouvoir tampon de l'eau est bon. Les apports d'eau éventuels ne contiennent pas de substances nocives.

Catégorie III: Assez bonne (eau jaune)

Eau modérément eutrophe recevant de grandes quantités de matières organiques et de substances nutritives. Des carences en oxygène peuvent se produire dans l'hypolimnion. La production primaire est très élevée et l'on peut constater certains changements dans la structure des communautés, y compris chez les poissons. Le

pouvoir tampon est faible mais suffit à conserver l'acidité de l'eau à des niveaux qui restent convenables pour la plupart des poissons. Les charges de substances nocives et la pollution microbienne sont évidentes. Les concentrations en substances nocives peuvent aller des niveaux naturels à ceux correspondant à une toxicité chronique pour le biotope aquatique.

Catégorie IV: Médiocre (eau orange)

Eau polluée fortement eutrophe, recevant des matières organiques, des substances nutritives et des substances nocives. L'eau est sursaturée en oxygène dans l'épilimnion et des carences en oxygène sont fréquentes dans l'hypolimnion. Les proliférations d'algues sont courantes. La décomposition accrue des matières organiques et la stratification des masses d'eau peuvent rendre le milieu anaérobie et provoquer la mort de poissons. Apparition massive d'espèces moins vulnérables; les populations de poissons et d'organismes benthiques sont touchées. Le pouvoir tampon ne suffit plus et l'acidité augmente considérablement, ce qui compromet le développement du frai. La population microbienne interdit l'utilisation de l'eau pour les loisirs. Les substances nocives rejetées ou provenant des sédiments nuisent à la qualité de la vie aquatique. Les substances nocives atteignent des concentrations qui présentent une toxicité chronique à aiguë pour le biotope aquatique.

Catégorie V: Mauvaise (eau rouge)

Eau hypereutrophe très polluée. On constate de gros problèmes dans le régime d'oxygénation, c'est-à-dire une sursaturation dans l'épilimnion et une carence en oxygène rendant l'hypolimnion anaérobie. Les facteurs de décomposition dominent les facteurs de vie. Les poissons ou les espèces benthiques ne peuvent y vivre en permanence. L'eau a perdu son pouvoir tampon et son acidité est néfaste à de nombreuses espèces de poissons. Les substances nocives atteignent des concentrations qui dépassent les niveaux de toxicité aiguë pour le biotope aquatique.

TABLEAU DE L'ANNEXE: VARIABLES ET FOURCHETTES DES CONCENTRATIONS,
PAR CATEGORIE DE QUALITE

	I Excellente Eau bleue	II Bonne Eau verte	III Assez bonne Eau jaune	IV Médiocre Eau orange	V Mauvaise Eau orange
Régime d'oxygénation					
OD (%) épilimnion	90-110	70-90, 110-120	50-70, 120-130	30-50, 130-150	<30, >150
hypolimnion	90-70	70-50	50-30	30-10	<10
total	90-70	70-50, 110-120	50-30, 120-130	30-10, 130-150	<10, >150
OD (mg/l)	>7	7-6	6-4	4-3	<3
DB05 (mg O2/l)	(<3)	(3-5)	(5-9)	(9-15)	(>15)
DCO-Mn (mg O2/l)	<3	3-10	10-20	20-30	>30
Eutrophisation					
P, total (µg P/l)	<10(<15)	10-25(15-40)	25-50(40-75)	50-125(75-190)	>125(>190)
N, total (µg N/l)	<300	300-750	750-1500	1500-2500	>2500
Chlorophylle a (µg/l)	<2.5(<4.0)	2.5-10(4-15)	10-30(15-45)	30-110(45-165)	>110(>165)
Acidification					
pH	6.5-8.5	6.5-6.3	6.3-6.0	6.0-5.3	<5.3
Alcalinité (mg CaCO3/l)	>200	200-100	100-20	20-10	<10
Substances nocives:					
Métaux lourds et cyanures					
Aluminium (µg/l, pH: <6.5)	n.d.	<5	5-75	>75	
(µg/l, pH: >6.5)	n.d.	<100	100-500	>500	
Arsenic (µg/l)	<10	10-50	50-100	>100	
Cadmium µg/l (µg/l)	<0.07	0.07-0.7	0.7-1.8	>1.8	
Chrome b/ VI (µg/l)	<1	1-11	11-16	>16	
Cuivre µg/l (µg/l)	<2	2-6.5	6.5-9.2	>9.2	
Plomb µg/l (µg/l)	<0.1	0.1-1.3	1.3-34	>34	
Mercure b/ (µg/l)	<0.003	0.003-0.012	0.12-2.4	>2.4	
Nickel µg/l (µg/l)	<15	15-88	88-790	>790	
Zinc µg/l (µg/l)	<45	45-59	59-65	>65	
Cyanures (µg/l)	<0.5	0.5-5.0	5.0-22	>22	
Substances nocives: Autres					
Dieldrine (µg/l)	0	<0.0019	0.0019-2.5	>2.5	
Chlordane (µg/l)	0	<0.0043	0.0043-2.4	>2.4	
DDT et métabolites (µg/l)	0	<0.001	0.001-1.1	>1.1	
Endrine (µg/l)	0	<0.0023	0.0023-0.18	>0.18	
Heptachlore (µg/l)	0	<0.0038	0.0038-0.52	>0.52	
Lindane (µg/l)	0	<0.08	0.08-2.0	>2.0	
Malathion (µg/l)	0	0	<0.1	>0.1	
Parathion (µg/l)	0	<0.013	0.013-0.065	>0.065	
Pentachlorophénolc/ (µg/l)	0	<3.5	3.5-5.5	>5.5	
Diphényles polychlorés (µg/l)	0	<0.001	0.001-2.0	>2.0	
Toxaphène (µg/l)	0	<0.2	0.2-730	>730	
Radioactivité d/					
Pollution microbienne (nombre moyen/100 ml)					
Coliformes thermo-résistants	<10	10-30	30-100	100-1000	>1000
Streptocoques fécaux	<10	10-30	30-100	100-1000	>1000

a/ Calculé pour une dureté type de 50 mg CaCO3/l. Corrigé en fonction des différents niveaux de dureté (voir tableau ci-après).

b/ Calculé pour une dureté type de 50 mg CaCO3/l. La formule d'ajustement à appliquer pour tenir compte des changements de dureté est à l'étude.

c/ Calculé pour un pH type de 6,5. Corrigé en fonction des différents pH (voir tableau ci-après).

d/ Les fourchettes seront précisées en fonction des résultats de l'essai.

كيفية الحصول على منشورات الأمم المتحدة

يمكن الحصول على منشورات الأمم المتحدة من المكتبات ودور التوزيع في جميع أنحاء العالم . استعلم عنها من المكتبة التي تتعامل معها أو اكتب إلى : الأمم المتحدة . قسم البيع في نيويورك أو في جنيف .

如何购取 联合国出版物

联合国出版物在全世界各地的书店和经售处均有发售。请向书店询问或写信到纽约或日内瓦的联合国销售组。

HOW TO OBTAIN UNITED NATIONS PUBLICATIONS

United Nations publications may be obtained from bookstores and distributors throughout the world. Consult your bookstore or write to: United Nations, Sales Section, New York or Geneva.

COMMENT SE PROCURER LES PUBLICATIONS DES NATIONS UNIES

Les publications des Nations Unies sont en vente dans les librairies et les agences dépositaires du monde entier. Informez-vous auprès de votre libraire ou adressez-vous à : Nations Unies, Section des ventes, New York ou Genève.

КАК ПОЛУЧИТЬ ИЗДАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Издания Организации Объединенных Наций можно купить в книжных магазинах и агентствах во всех районах мира. Наводите справки об изданиях в вашем книжном магазине или пишите по адресу: Организация Объединенных Наций, Секция по продаже изданий, Нью-Йорк или Женева.

COMO CONSEGUIR PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS

Las publicaciones de las Naciones Unidas están en venta en librerías y casas distribuidoras en todas partes del mundo. Consulte a su librero o dirijase a: Naciones Unidas, Sección de Ventas, Nueva York o Ginebra.
