



Conseil Economique
et Social

Distr.
GENERALE

E/CN.16/1995/4
10 mars 1995

FRANCAIS
Original : ANGLAIS

COMMISSION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
AU SERVICE DU DEVELOPPEMENT
Deuxième session
Genève, 15 mai 1995
Point 2 de l'ordre du jour provisoire

THEMES DE FOND : c) ASPECTS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES
DE LA QUESTION SECTORIELLE A EXAMINER PAR LA
COMMISSION DU DEVELOPPEMENT DURABLE EN 1995

La science et la technique au service de la gestion intégrée des terres

Rapport du Groupe d'étude

Conformément à la résolution 1993/74 du Conseil économique et social, le Groupe d'étude sur les aspects scientifiques et techniques de la question sectorielle à examiner par la Commission du développement durable en 1995 a terminé ses travaux. Son rapport est soumis à la Commission du développement durable pour examen.

Résumé

La gestion intégrée des terres a pour but d'aboutir à une combinaison optimale des gains économiques et environnementaux que la société tire du sol et des ressources en eau, tout en préservant ou en accroissant la capacité de la terre de procurer ces gains et d'autres dans l'avenir. La science contribue à une bonne gestion des terres par le truchement de l'information et de la compréhension voulues pour évaluer les conséquences de diverses solutions aux problèmes de cette gestion et par la conception de technologies d'utilisation et de gestion des terres qui atteignent plus efficacement les objectifs de la société, notamment en répondant aux besoins essentiels de l'être humain et en atténuant les inégalités entre les sexes. L'approche intégrée de la gestion des terres n'est pas une formule immuable, mais bien une séquence continue et itérative de planification, de mise en oeuvre, de suivi et d'évaluation qui vise à satisfaire le plus grand nombre possible des besoins économiques, sociaux et environnementaux multiples de la société.

Les sciences et les technologies qui assurent 1) l'information nécessaire, 2) l'évaluation des options, 3) les applications à la solution de problèmes spécifiques et 4) les capacités au niveau des infrastructures sont à la base d'une approche intégrée de la planification et de la gestion de l'utilisation des terres. La plupart des connaissances scientifiques fondamentales et des technologies appliquées nécessaires à une gestion intégrée sont déjà disponibles. Toutefois, l'utilisation effective de nombre de ces technologies dans les pays en développement qui rencontrent le plus de difficultés dans l'affectation des terres est entravée par plusieurs facteurs, notamment : 1) un accès limité à l'information et à la technologie appropriées; 2) l'absence d'infrastructure qui se prête à une exploitation efficace de la science et de la technologie; 3) les problèmes causés par les pratiques actuelles non viables d'aménagement des sols; 4) des conflits non résolus entre des objectifs différents d'utilisation des terres.

La suppression de ces entraves exige des méthodes adaptées aux conditions et besoins propres à chaque pays, qui fassent appel au savoir et aux ressources humaines locaux déjà disponibles. Au vu de son analyse et de l'expérience acquise, la Commission a distingué quatre formules qui lui semblent le plus susceptibles d'agir sur la mise en oeuvre effective d'une gestion intégrée des terres : 1) coopération aux niveaux national et intergouvernemental; 2) partenariats secteur privé/secteur public; 3) programmes d'appui à une formation et à une technologie ciblées; 4) investissement public direct dans la protection des ressources.

Le Groupe d'étude recommande que les principes exposés dans ce rapport soient élaborés plus en détail pour donner des lignes directrices précises en vue de l'application de technologies propres à étayer une gestion intégrée des terres. A ce propos, la Commission du développement durable et la Commission de la science et de la technique au service du développement pourraient envisager d'instituer un groupe de travail commun pour déterminer les besoins technologiques spécifiques et suivre les progrès accomplis vers une gestion intégrée des terres. Ces lignes directrices tracées au niveau international pourraient, une fois adoptées par les deux commissions, servir de cadre à une action en coopération au niveau national.

TABLE DES MATIERES

	<u>Paragraphes</u>
I. TACHES ET POSSIBILITES	1 - 9
A. Eléments d'une approche intégrée de la gestion des terres	4 - 5
B. Problèmes causés par une gestion défectueuse des terres	6 - 9
II. CONTRIBUTIONS DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE A LA GESTION INTEGREE DES TERRES	10 - 27
A. Sciences et technologies de l'information	13 - 17
B. Sciences et technologies de l'évaluation	18 - 21
C. Sciences et technologies appliquées	22 - 24
D. Technologies et infrastructures d'appui	25 - 27
III. ENTRAVES A LA GESTION DES TERRES	28 - 47
A. Accès limité à une information et à une technologie appropriées	30 - 34
B. Faiblesses de l'infrastructure institutionnelle	35 - 38
C. Pratiques non viables en matière d'utilisation des terres	39 - 43
D. Conflits entre des objectifs différents de l'utilisation des terres	44 - 47
IV. RECOMMANDATIONS ET CONCLUSIONS : RECOURS AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIE ET A LA CREATION DE CAPACITES HUMAINES	48 - 64
A. Coopération aux niveaux national et intergouvernemental	50 - 53
B. Partenariats secteur privé/secteur public	54 - 55
C. Programmes d'appui à une formation et à une technologie ciblées	56 - 58
D. Investissement public direct dans la protection des ressources	59 - 60
E. Programme pour l'avenir	61 - 64

Annexe

- I. Exemples d'applications de la science et de la technologie
au service d'une gestion intégrée des terres
- II. Liste des membres du groupe d'étude
- III. Bibliographie

I. TACHES ET POSSIBILITES

1. Les problèmes environnementaux, sociaux et économiques de plus en plus graves qui se posent à la fois aux pays développés et aux pays en développement dans le monde entier ont focalisé l'attention générale sur la durabilité des activités humaines. La nécessité d'améliorer le sort actuel d'une grande partie de la population mondiale et les besoins des générations futures se confondent dans la notion de développement durable. Le rôle essentiel de la surface du globe, avec ses ressources en minéraux, en eau et autres ressources renouvelables et non renouvelables, puisqu'elle est le support de toutes les activités humaines présentes et futures, fait forcément de la gestion des terres l'un des instruments majeurs d'un développement durable. Les efforts de gestion des terres en cours dans le monde concernent une multitude de problèmes, dont le déboisement, la désertification, la pollution de l'air et de l'eau, l'expansion débridée des établissements humains en milieu urbain et en milieu rural. Toutefois, une gestion efficace des terres est entravée par une approche fragmentée et désordonnée de ces problèmes interdépendants, d'où souvent un chevauchement des efforts ou des objectifs sectoriels qui s'opposent. Une démarche plus globale et intégrée de la gestion des terres rend possible le règlement de problèmes multiples dans un cadre unique cohérent.

2. La gestion intégrée des terres a pour objectif d'aboutir à une combinaison optimale des avantages économiques et environnementaux que la société retire du sol, tout en préservant ou en accroissant la capacité de la terre de procurer ces avantages et d'autres dans l'avenir. L'approche intégrée part du fait avéré que la terre a de multiples fonctions dans la société et qu'il existe à son sujet des besoins rivaux ou contradictoires, de nombreux secteurs de la société qui ont des intérêts dans chacune des décisions concernant son utilisation et des considérations sociales, économiques et écologiques diverses qui influencent ses affectations présentes et futures. En recensant tous les usages potentiels de la terre de manière logique, la gestion intégrée permet : 1) de minimiser les conflits portant sur des utilisations concurrentes; 2) d'obtenir des avantages maximaux de la terre en l'employant de façon judicieuse; 3) d'améliorer le développement économique et social; et, simultanément, 4) de protéger et de renforcer l'environnement. La gestion intégrée des terres est une condition essentielle du développement durable.

3. Les possibilités éventuelles d'atténuer les inégalités entre les sexes devraient être mises en évidence, à tous égards, dans la conception et l'application de la science et de la technologie au service de l'aménagement des terres. Cette considération prend tout son poids quand on sait que, dans quantité de pays en développement, les femmes supportent une proportion démesurée des travaux de la terre.

A. Éléments d'une approche intégrée de la gestion des terres

4. Cette approche comporte une séquence logique d'opérations qui recense les besoins de toutes les parties intéressées de la société, du point de vue de leurs critères sociaux, économiques et environnementaux, expose les options

susceptibles d'être envisagées pour l'utilisation des terres et indique la combinaison d'options qui satisferait au maximum ces critères de façon durable et à long terme. La séquence se décompose comme suit :

- 1) Interaction entre parties intéressées, y compris décideurs, planificateurs de la gestion des terres, utilisateurs, propriétaires fonciers et bénéficiaires de services agricoles, en vue de déterminer critères et besoins;
- 2) Collecte d'information sur les conditions physiques, sociales et économiques des terrains, stockage et analyse des données pour évaluer l'état actuel des sols et leur potentiel;
- 3) Détermination d'unités d'aménagement de l'espace pour les terrains et d'options éventuelles pour l'utilisation de chaque unité, du point de vue de l'usage, des gains économiques à long terme, des relations entre les intrants et la production, et des incidences sociales, économiques et environnementales prévues;
- 4) Accord entre les parties intéressées, après des échanges de vues entre décideurs, utilisateurs des terres et bénéficiaires, sur l'utilisation optimale et le système de gestion des terres pour chaque unité d'aménagement;
- 5) Mise en place d'une infrastructure, au niveau des institutions, de la législation et du cadastre, nécessaire pour la mise en oeuvre des utilisations convenues des terres et l'aménagement à long terme du territoire.

5. L'approche intégrée de la gestion des terres n'est pas une formule immuable, mais bien une séquence continue et itérative de planification, de mise en oeuvre, de suivi et d'évaluation qui vise à satisfaire le plus grand nombre possible des besoins économiques, sociaux et environnementaux multiples de la société, sans pénaliser aucun de ses éléments ni sacrifier des avantages futurs. Ses composantes essentielles ne sont pas fonction des dimensions et sont donc applicables au niveau du monde, des pays, des districts, des villages et des exploitations agricoles. Les techniques de base pour chacune des étapes existent déjà, mais leur application dans de nombreuses régions est limitée essentiellement par l'insuffisance de la formation, des moyens financiers et des institutions. L'accès aux technologies appropriées est décisif pour une mise en oeuvre effective de la gestion intégrée des terres au niveau mondial.

B. Problèmes causés par une gestion défectueuse des terres

6. L'incapacité de gérer les ressources de la terre de manière intégrée et holistique a causé une série de problèmes graves qui risquent de faire obstacle à un développement durable. Les problèmes de l'environnement vont inévitablement de pair avec les problèmes sociaux et économiques, dont le chômage, la pauvreté, la maladie et la famine. Parmi les principaux problèmes figurent les suivants :

- 1) Destruction permanente ou dégradation de la capacité de la terre de produire des gains économiques et environnementaux. Il en existe des cas dans le monde entier, dans les pays développés comme dans les pays en développement, par exemple : érosion, désertification, appauvrissement des lieux de pêche et d'autres réserves de ressources, épuisement des nappes phréatiques, salinisation des sols, déchets miniers toxiques, extinction d'espèces et disparition de la diversité biologique. Cette dégénérescence de la capacité de la terre de servir de support aux établissements humains peut aussi engendrer une urbanisation sauvage, des migrations de masse et des conflits sociaux.

- 2) Utilisation inconsidérée ou gaspillage des ressources. L'absence d'une approche intégrée de la gestion des terres aboutit souvent à l'emploi de technologies inadaptées à une région ou à un sol donné. Il s'agit, par exemple, de l'installation de projets d'irrigation dans des régions arides où la production agricole est en réalité limitée par les nutriments du sol et non par l'eau. Le recours excessif à des ressources utiles, telles qu'engrais ou pesticides, peut être vain ou même avoir un effet préjudiciable aux rendements agricoles et déclencher des problèmes de pollution et de santé qui risquent d'affecter à la fois les régions rurales et urbaines. Les coûts croissants de l'épuration de l'eau et du traitement des maladies provoquées par la pollution retombent souvent sur des segments de la société qui n'ont rien à voir avec la cause de la pollution. Un emploi inconséquent des ressources énergétiques oppose un obstacle majeur au développement durable sous toutes ses formes. L'expérience, dans l'ensemble du tiers monde, a démontré que la manière la plus efficace de résoudre de nombreux problèmes d'aménagement du territoire est de combiner savoir local et technologies de pointe.

- 3) Impacts cumulatifs. Outre les effets dommageables aux échelons local et national d'une mauvaise gestion des terres, les dysfonctionnements qui s'accumulent au niveau international s'aggravent à mesure que la population de la terre augmente. Par exemple, l'acidification des lacs d'eau douce en Scandinavie est apparemment causée par la pollution industrielle de l'air dans le nord-ouest de l'Europe. Le déboisement au Népal et dans les montagnes environnantes déclenche des crues du Gange et d'autres cours d'eau qui traversent des pays en aval. En Europe, la pollution du Rhin par des activités industrielles dans des pays situés en amont nuit à la qualité de l'eau dans les pays situés en aval. La dégradation des terres et la désertification dans certains pays peuvent entraîner des migrations massives, de graves problèmes de réfugiés, voire une dégradation des sols dans les pays limitrophes, surtout dans les périodes de conditions climatiques extrêmes.

7. Les problèmes fondamentaux de la gestion des terres dans le monde ont certes beaucoup de traits communs, mais les différences des conditions environnementales, sociales et économiques d'un lieu à l'autre exigent des solutions technologiques expressément adaptées au milieu considéré.

Encadré 1 : L'érosion des sols est onéreuse

Les effets préjudiciables de la dégradation des sols sont, la plupart du temps, solidaires et se transmettent en cascade d'une région à d'autres. Par exemple, l'érosion des sols résultant de modes de culture contre-indiqués sur des terrains à forte déclivité a de graves répercussions locales en réduisant la production vivrière et le rendement économique des terres érodées. En revanche, d'autres répercussions locales telles que les glissements de terrain qui bloquent les routes ou les lignes de chemin de fer nuisent non seulement à l'agriculture, mais aussi à beaucoup d'autres composantes de l'économie locale. Plus loin en aval, l'humus arraché aux pentes érodées peut polluer et obstruer les cours d'eau, accroissant la fréquence et la gravité des inondations, perturbant la navigation et réduisant les ressources en poissons dont certains villages en aval dépendent peut-être. Plus loin encore, là où la rivière se jette dans la mer, l'envasement peut endommager les récifs de corail et combler les estuaires, portant atteinte à la fois à la pêche de subsistance et à la pêche commerciale.

L'érosion des sols est l'une des principales causes qui réduisent le potentiel de production vivrière à la fois dans les pays développés et dans le tiers monde. Par exemple, les Etats-Unis ont perdu environ un tiers de leurs terres arables depuis que l'agriculture a commencé il y a moins de 300 ans et continuent à en perdre 12 tonnes par hectare et par an, ce qui entraîne une perte totale de 50 millions de tonnes de substances phytotrophes chaque année. En Chine, le fleuve Huang est le plus chargé du monde en sédiments et charrie annuellement 1,6 milliard de tonnes de terreau des riches terres agricoles de la Chine vers la mer de Chine orientale. Au Brésil, le vaste réservoir de Paso Real dans l'Etat de Rio Grande do Sul a perdu 18 % de sa capacité initiale en moins de huit ans et un apport continu de sédiments provenant de l'érosion des sols menace de ramener à moins de 30 ans la durée de vie de cette usine hydroélectrique de 530 mégawatts. En Colombie, 86 % de la zone andine est plus ou moins érodée, 21 % dans des proportions critiques. Depuis le début des temps historiques, il est arrivé que des sociétés disparaissent parce que leurs activités agricoles avaient anéanti la productivité de leurs terres. Dans le monde moderne, la sécurité future de l'espèce humaine et de l'économie, à la fois dans les pays développés et dans les pays en développement, continue à être menacée par la dégradation des sols.

8. Des effets de l'activité agricole nullement intentionnels, tels que la disparition de la végétation ou l'épuisement des nutriments, peuvent entraîner une érosion ou une désertification au point que la terre n'est plus capable de fournir les produits agricoles souhaités et autres biens et services essentiels. A l'autre extrême, des industries manufacturières et transformatrices de produits agricoles produisent souvent, sans y prendre garde, des concentrations toxiques ou dangereusement fortes de produits chimiques, qui sont pourtant très bénéfiques à un degré de concentration modéré, telles que les engrais agricoles et les produits chimiques à usage industriel. La plupart des problèmes de gestion des terres peuvent se concevoir dans cette continuité qui va de l'épuisement à la pollution. Comme la concentration de ressources exige généralement un apport d'énergie et le recours à des technologies de pointe, les problèmes de pollution les plus aigus ont tendance à se situer dans les pays développés et dans les pays en transition. En l'absence d'une gestion intégrée, l'épuisement des ressources et la dégradation des terres qu'elle entraîne risquent d'être extrêmement graves dans les régions tributaires de l'agriculture et de la foresterie, à la fois dans les pays développés et dans les pays en développement.

9. La question de la dégradation des terres est particulièrement critique dans les pays en développement de la zone tropicale. Les problèmes posés par la sécurité alimentaire et la pauvreté des campagnes sont urgents dans beaucoup de ces pays, où des populations nombreuses et une économie peu vigoureuse ou instable limitent considérablement les ressources économiques dont chaque habitant dispose, ce qui accentue fréquemment l'inégalité des sexes. Bien que les pays en développement possèdent souvent des ressources précieuses en minéraux et en énergie, l'économie nationale de nombre d'entre eux dépend beaucoup plus de l'agriculture que celle des pays développés situés sous des latitudes plus hautes. Cette forte dépendance vis-à-vis de l'agriculture à la fois pour la production d'aliments et pour la production économique nationale fait que la moindre dégradation de la capacité productive de la terre menace gravement la satisfaction des besoins essentiels de l'homme et la réalisation d'un développement durable. L'irréversibilité qui caractérise la plupart des formes de dégradation des terres et l'importance décisive des ressources alimentaires pour les générations futures sur la Terre montrent combien les contributions de la science et de la technologie sont essentielles pour s'attaquer au problème posé par la dégradation des terres. Cette option ne méconnaît pas les problèmes qui découlent de l'urbanisation, de l'industrialisation et des activités extractives, lesquels doivent tous être pris en considération pour un aménagement et une gestion intégrés des terres.

II. CONTRIBUTIONS DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE A LA GESTION INTEGREE DES TERRES

10. La science sous-entend l'amalgame de l'information et de la compréhension qui permet de prédire les conséquences d'actions ou événements précis et, par conséquent, l'évaluation comparative de différentes actions ou de différentes options. La technologie est l'application de la science en vue de trouver de meilleurs moyens d'atteindre les objectifs humains. La solution des problèmes complexes et solidaires de la gestion des terres requiert l'intervention de nombreuses disciplines des sciences physiques, biologiques et sociales. Heureusement, la plupart des connaissances scientifiques de base et des technologies appliquées nécessaires à une gestion intégrée des terres sont déjà disponibles, notamment : les systèmes mondiaux de surveillance par satellite, les systèmes d'information géographique assistés par de puissants ordinateurs, ainsi que des méthodes permettant de planifier et d'évaluer l'aménagement des terres, de réduire l'érosion éolienne ou liée à l'eau et d'accroître les rendements agricoles. Certaines de ces techniques sont au point depuis des années, tandis que d'autres connaissent actuellement un développement rapide. Nombre des technologies sont déjà appliquées aux problèmes de gestion des terres dans le monde entier. Toutefois, dans bien des cas, ces technologies avancées qui sont d'un usage courant dans les pays développés ne sont pas disponibles dans les pays en développement où elles seraient le plus nécessaire pour contribuer à résoudre quantité de problèmes environnementaux et socio-économiques qui se posent maintenant un peu partout. Même quand la technologie et l'information existent déjà dans les pays en développement, elles ne sont pas, pour l'instant, exploitées au maximum à cause du stockage, de la recherche et/ou de la diffusion inefficaces ou inefficaces de l'information.

11. Les sciences et technologies connexes nécessaires pour appliquer un programme de gestion intégrée des terres peuvent se ranger sous quatre grandes rubriques :

- 1) Sciences et technologies de l'information. Une information exacte sous une forme utile pour toutes les parties intéressées est indispensable à une gestion intégrée des terres. Les technologies informatiques et les disciplines scientifiques sur lesquelles elles reposent donnent accès à l'information de base sur l'état actuel, les utilisations potentielles et les points faibles de la terre, ainsi que sur l'état du marché et les conditions de transport et autres informations commerciales. Ces technologies comprennent la cartographie traditionnelle et l'analyse statistique, de même que la télédétection par satellite et aéronef, les dispositifs de surveillance et d'enquête au sol, l'information socio-économique et les bases de données informatisées qui donnent aux utilisateurs des terres et aux décideurs accès à cette information. La surveillance de l'état et de l'évolution des ressources en terres, en eau et biotiques, selon des méthodes traditionnelles aussi bien que selon de hautes technologies, est une composante essentielle d'une gestion intégrée des terres.

- 2) Sciences et technologies de l'évaluation. Ces méthodes rendent possibles l'interprétation et l'évaluation de l'information concernant les terres, ainsi que le choix des options qui aboutiront au mode le plus souhaitable d'utilisation des terres. Elles comprennent l'analyse statistique, les modèles qui servent à étayer les décisions tels que la Planification à objectifs multiples, et les modèles de simulation informatisés pour les cultures, l'analyse économétrique, l'analyse de l'impact sur l'environnement et l'esthétique industrielle. Tous ces instruments facilitent la communication entre les parties intéressées et contribuent à la démarche sociopolitique qui vise à fixer des priorités aux diverses utilisations de la terre.
- 3) Sciences et technologies appliquées. Ces technologies sont tirées de différentes disciplines scientifiques, ainsi que du savoir traditionnel et des pratiques d'aménagement des terres. Elles concernent les emplois précis des terrains, les pratiques agricoles et les activités mécaniques que les utilisateurs exercent pour atteindre les objectifs d'un plan de gestion intégrée des terres. Elles comprennent des méthodes tirées de la foresterie et de l'agriculture, de la phytogénétique et de la génétique, de la gestion des ressources en eau, de la biotechnologie, des sciences industrielles, des sciences de l'énergie et de la planification économique.
- 4) Technologies et infrastructure d'appui. Ces capacités contribuent à mettre en oeuvre les technologies ci-dessus et sont des rouages indispensables de l'infrastructure nécessaire pour parvenir à une gestion intégrée des terres. Elles comprennent des moyens de formation et de vulgarisation, des laboratoires d'analyse des sols et des produits, la mise au point de normes de produits, l'analyse de la qualité de l'eau et de l'air, l'analyse vétérinaire et médicale, ainsi que des méthodes de levé et des bases de données pour l'évaluation des terres, l'établissement de cadastres et les registres fonciers, enfin les évaluations socio-économiques.

12. Chaque type de technologie s'appuie sur un certain nombre de disciplines scientifiques différentes : agronomie, physique appliquée, géologie, écologie et sciences économiques. La recherche scientifique est indispensable pour mieux faire comprendre les problèmes précis de la gestion des terres, pour affiner les technologies existantes et pour développer de nouvelles capacités technologiques. Les deux premiers domaines de la science et de la technologie contribuent essentiellement à la planification et à l'évaluation de la gestion intégrée des terres, tandis que les deux derniers concernent l'application de pratiques spécifiques de gestion des terres qui doit permettre de passer de la situation actuelle à la situation future souhaitée.

Encadré 2 : Ecueils et réussites de la gestion des terres en Chine

Le pays le plus peuplé du monde a efficacement exploité ses ressources en terres puisqu'il nourrit 22 % de la population mondiale avec seulement 7 % des terres arables de la planète. Pourtant, l'accroissement démographique et l'intensification de l'agriculture en Chine ont suscité toute une série de problèmes d'environnement que les autorités sont en train d'aborder. L'érosion des sols non seulement réduit la production agricole actuelle et future, mais menace la qualité de l'eau, la navigation, la lutte contre les inondations et la production d'énergie hydroélectrique. Un vaste système de réservoirs, d'une capacité de 408,6 milliards de m³, pour le stockage de l'eau et la régularisation des crues a été construit. Néanmoins, près d'un quart de cette capacité a déjà disparu du fait de l'envasement et 22 grands réservoirs ont cessé de fonctionner (Chine, rapport officiel). Le Gouvernement chinois procède à de grands investissements dans la science et la technologie appliqués à l'agriculture, à la protection des eaux et à la foresterie à travers ses services universitaires et de vulgarisation agricole. La Chine s'attaque au problème de la dégradation des sols dans les milieux difficiles et marginaux en apportant l'appui des administrations publiques à l'intensification de l'agriculture, ainsi qu'à la restauration du couvert végétal sur les terres dégradées (Bremner, 1987). Des efforts massifs de reboisement sont en cours en vue de maîtriser l'érosion éolienne et provoquée par l'eau, et ils comprennent le plus grand projet écologique du monde qui s'étend à 42,4 % du territoire total de la Chine. La grande Muraille verte, réplique de la grande Muraille de Chine, est un projet de reboisement qui a diminué d'au moins 90 % la durée des tempêtes de poussière qui sévissent au printemps à Beijing, tout en augmentant la teneur en eau des terres arables dans les régions reboisées (Parungo et autres, 1994). Le soutien économique et technique nécessaire pour assurer un niveau de vie suffisant et productif aux familles paysannes sur les terres marginales est souvent plus rentable que la création d'emplois à leur intention en milieu urbain et a en outre l'avantage de préserver, du point de vue économique et écologique, une utilisation durable des terres dans les régions de production voisines. Les efforts de gestion intégrée des terres en Chine auront vraisemblablement des répercussions mondiales, ainsi que des avantages aux échelons local et national.

A. Sciences et technologies de l'information

13. Pour qu'une gestion intégrée des terres soit efficace, il faut faire appel à une information très variée. Or l'information existante, historique et actuelle concernant l'état des terres et des pratiques d'aménagement, est souvent dispersée et difficile à consulter de manière globale ou synthétique. Les technologies modernes de l'information peuvent contribuer à une exploitation plus valable des sources traditionnelles d'information et du savoir local en les combinant avec des informations nouvelles provenant de technologies de pointe. Le traitement électronique des données et les possibilités d'analyse par ordinateur rendent la gestion intégrée des terres plus aisée qu'autrefois. La collecte et l'analyse rationnelles des renseignements les plus nécessaires sont facilitées par la combinaison de données numériques et de méthodes statistiques qui permettent de repérer des opérations et faiblesses critiques.

14. La haute technologie de l'information est matérialisée par les images de la Terre prises par satellite qui indiquent l'état actuel des sols et mettent en lumière l'interaction des différentes régions. L'analyse de l'information numérique provenant de satellites et de la photographie aérienne permet de suivre avec précision l'état des sols sur de vastes étendues et accroît la valeur des levés traditionnels de terrain en matière de qualité des sols, d'utilisation des terres, de productivité agricole, de ressources minérales et de régime foncier. Sur tout le globe, les frontières internationales et même les barrières à l'intérieur des propriétés agricoles sont visibles de l'espace à cause de l'utilisation différente qui est faite des terres de part et d'autre de ces démarcations. La diffusion de ce type d'information sous une forme utile à toutes les parties intéressées aux décisions concernant l'utilisation des terres fait appel à plusieurs modes d'approche différents.

15. Le type élémentaire d'information nécessaire à une gestion intégrée des terres est la carte, soit imprimée sur papier selon le mode de présentation traditionnel, soit contenue sous forme de données électroniques dans le Système informatisé d'information géographique (SIG). Pour déterminer les options à retenir en vue de la gestion des terres, il faut commencer par recueillir et analyser cette information. La télédétection s'est révélée indispensable pour 1) des levés exacts, 2) une évaluation du déboisement, de la désertification, de l'impact des activités extractives et autres formes de dégradation des sols, 3) l'évaluation de la réaction du couvert végétal naturel et de l'agriculture aux variations climatiques telles que sécheresses, moussons et gelées, 4) la détermination des schémas concrets d'occupation des sols, y compris l'urbanisation et l'industrialisation, de même que l'agriculture. La photo par satellite est d'une utilité remarquable pour guider les politiques d'occupation des sols aux niveaux régional et national, ainsi qu'au niveau local. Elle met à la portée de ceux qui prennent les décisions à l'échelle de l'Etat l'impact à grande échelle des activités locales et est un moyen d'intégrer le savoir local des pratiques effectives d'occupation des sols dans un cadre régional ou national de gestion des terres.

Encadré 3 : Recours aux images par satellite pour évaluer les schémas d'affectation des sols en Colombie

La Colombie englobe des régions naturelles extrêmement variées, qui vont de la haute montagne à la forêt tropicale en plaine et à la savane semi-aride, chacune ayant ses problèmes environnementaux caractéristiques. Afin de mettre au point une conception coordonnée de la gestion des terres à l'échelle du pays, l'Institut national de géographie "Agustín Codazzi" s'est servi d'images par satellite pour comparer l'usage effectivement fait des terres avec celui qui conviendrait le mieux à chaque région. De l'analyse de viabilité, il est ressorti que 68,5 % des terres du pays se prêtent surtout à la foresterie, mais que 49 % seulement sont effectivement occupées par des forêts. Les pâturages occupent plus de 40 % de la superficie, bien que 16,8 % seulement conviennent à l'élevage. Ces analyses contribuent à définir les problèmes de gestion des terres, ainsi que les objectifs régionaux et nationaux qu'il convient de fixer pour élaborer un programme d'aménagement intégré du territoire.

16. Les utilisateurs des terres en économie de marché ont besoin d'une information exacte et à jour sur les conditions actuelles et prévues du marché, les possibilités de transport et d'entreposage, les changements de réglementation ou autres facteurs importants. Des programmes éducatifs à distance peuvent dispenser une formation décisive en matière d'applications technologiques et de pratiques commerciales dans les régions du tiers monde.

17. Dans les pays en développement tributaires de l'agriculture, les éléments les plus intéressants de l'évaluation des terres comprennent l'information concernant les systèmes de culture/ou d'élevage les plus appropriés aux sols, au climat et à d'autres facteurs environnementaux, sociaux et économiques, ainsi que l'impact des activités agricoles sur les terres. Le rendement maximal durable de ces systèmes agricoles détermine la mesure dans laquelle la terre peut servir de support continu à des populations humaines (capacité biologique). Une gestion intégrée des terres permet de porter le rendement agricole à son maximum théorique. Par exemple, le projet de Zones agro-écologiques de la FAO pour l'Afrique indique que le continent pourrait produire suffisamment de denrées alimentaires, de fibres et de combustibles pour entretenir une population beaucoup plus nombreuse que les 500 millions d'habitants actuels. Or il est évident que la production ne suffit pas même aux besoins de la population d'aujourd'hui. Pour répondre aux besoins essentiels de la population africaine, il faudra une stratégie de gestion intégrée des terres à l'échelle du continent, qui passe par un immense effort de protection des sols et de régénération des terres dégradées, en même temps que des mesures socio-économiques.

Encadré 4 : Planification de la réussite économique au Botswana

La croissance économique et la planification de l'environnement sont étroitement interdépendantes au Botswana, qui a le taux de croissance du PNB le plus élevé du monde. Une planification économique et environnementale rigoureuse, ainsi qu'une riche dotation en ressources naturelles, ont fait du Botswana un exemple dans le tiers monde. Les diamants et le commerce avec le Marché commun européen dominant certes l'économie, mais une longue tradition d'attention prêtée aux ressources de la terre a jeté les bases d'une croissance vigoureuse de l'élevage. Une évaluation approfondie des possibilités de pâturage et de culture a été achevée dans les années 70 (Sims, 1981), avec des effectifs de cheptel recommandés pour les différentes régions. Bien qu'il soit difficile d'améliorer la sécurité alimentaire dans un climat où les sécheresses sont fréquentes, le gouvernement a élaboré et appliqué des plans pour maintenir et renforcer la culture non irriguée des terres arables en aidant les collectivités locales en temps de sécheresse et en favorisant la régénération par la suite. Un cadre institutionnel solide pour la planification de l'exploitation des sols est appliqué aux niveaux à la fois national et régional, à travers des groupes de planification de l'aménagement des terres dans chacun des districts correspondant aux huit régions tribales. L'histoire récente du Botswana permet de penser qu'un intérêt soutenu des pouvoirs publics pour une planification méticuleuse, avec le recours aux technologies nouvelles de gestion intégrée des terres, permettra un développement viable continu des ressources du pays en terres.

B. Sciences et technologies de l'évaluation

18. Nombre des décisions que comporte la gestion intégrée des terres sont d'ordre socio-économique et politique et ne sauraient être résolues par la seule technologie. Il faut évaluer les solutions de rechange du point de vue des valeurs des structures sociales et des buts stratégiques convenus. Par exemple, des considérations sociopolitiques telles que l'emploi peuvent justifier des politiques propres à encourager la production agricole, même avec des rendements faibles. De nombreux paysans africains exploitent des terres classées comme économiquement non rentables au moyen de cultures sèches, parce que même des rendements faibles contribuent à porter la production totale à un niveau de subsistance. La gestion des terres ne peut être effectivement intégrée sans la coopération des utilisateurs des terres et des collectivités locales, et sans la participation des décideurs et des organes politiques. Les technologies de l'évaluation peuvent aider les planificateurs et les décideurs à oeuvrer avec les exploitants des terres à choisir les combinaisons des diverses affectations possibles qui répondent le mieux à un ensemble d'objectifs spécifiés.

19. Les technologies de l'évaluation sont essentielles à de nombreuses étapes de la planification de l'affectation des sols. Des analyses et modèles assistés par ordinateurs peuvent servir à évaluer les conséquences de divers scénarios possibles du point de vue à la fois de la rentabilité et de la viabilité écologique. Ces modèles peuvent contribuer à déterminer les facteurs critiques limitatifs pour divers types d'exploitation, ainsi que le potentiel maximal à des fins spécifiques. L'analyse des systèmes permet de construire des modèles mathématiques des différentes composantes de l'affectation des terres, y compris des composantes biologiques telles que la production agricole et la croissance des forêts, des composantes physiques telles que l'hydrologie et l'érosion, enfin des composantes socio-économiques telles que les ménages, les villages et l'économie nationale. En outre, l'analyse systémique peut aider à distinguer les situations qui appellent des solutions technologiques et celles où des interventions socio-économiques s'imposent.

Encadré 5 : Planification de la protection de l'environnement et de l'agriculture en République-Unie de Tanzanie

Des efforts sont en cours depuis longtemps en République-Unie de Tanzanie pour améliorer l'utilisation des terres au service de l'agriculture et de la protection de l'environnement. Une gestion intégrée des terres est essentielle pour l'avenir d'un pays comme la Tanzanie, dont les sols sont généralement infertiles, qui possède un climat peu propice, des zones de surpeuplement et des sites naturels, une flore et une faune, ainsi qu'une biodiversité, de toute beauté. En 1976, la Banque mondiale a conçu un projet de développement rural intégré pour la région de Tabora en Tanzanie occidentale. Le projet comprenait une évaluation des terres, une estimation des capacités biologiques, et des études agro-économiques au niveau des villages, pour servir de base à un plan d'aménagement des terres. La Tanzanie a poursuivi ses efforts pour planifier un développement durable, tout en protégeant et en consolidant ses ressources naturelles, mais c'est une tâche extrêmement exigeante et difficile pour un pays africain pauvre qui doit faire face à de nombreux problèmes sociaux et économiques urgents. Les efforts actuels de protection des ressources naturelles sont soutenus par la Finlande (Plan d'action pour la foresterie), la Suède (Stratégie nationale de protection des sols), le Danemark (aide à l'environnement) et la Norvège (protection des sols et reboisement dans la région de Shinyanga). D'énormes difficultés se posent dans à peu près tous les domaines qui appellent une assistance technologique et une aide à l'infrastructure pour une gestion intégrée des terres.

20. Le suivi des indicateurs caractéristiques des processus déterminants relatifs à l'utilisation des sols et au développement économique est essentiel pour évaluer les mesures à prendre. Il existe une grande variété de méthodes et de systèmes pour surveiller les ressources naturelles, du point de vue du volume et de la qualité. Toutefois, l'engagement et des investissements de l'Etat sont nécessaires pour garantir un apport régulier et impartial d'information à la fois environnementale et économique. L'ampleur de l'entreprise dépendra des échelles temporelles et spatiales, des qualités des terrains et des objectifs des utilisateurs de la terre. Les indicateurs d'utilisation devraient caractériser le rythme et l'orientation du changement dans les processus qui sont à la base des fonctions des ressources naturelles, témoignant de leur dégradation, de leur épuisement, de la pollution, etc. Le suivi des indicateurs socio-économiques devrait retenir autant l'attention que celui des indicateurs agro-écologiques. Il s'agit de modifications des systèmes de production (par exemple, degré d'intégration de l'élevage et de la culture des terres arables), des processus comme l'urbanisation, l'industrialisation, l'extraction de minéraux, le revenu, les prix et les statistiques commerciales, notamment.

21. Même avec un suivi satisfaisant des données et une analyse des scénarios de remplacement, la combinaison optimale des utilisations des terres peut ne pas être évidente. Des instruments tels que la Programmation interactive à objectifs multiples peuvent aider à définir et à classer par ordre de priorité les diverses variantes socio-économiques et agro-écologiques. La méthode repose sur cette constatation que les divers groupes d'intérêts dans une structure sociale ont des objectifs différents qui sont, en partie du moins, opposés. Les valeurs attachées à des buts tels que la production alimentaire, l'exportation, l'emploi, la protection de l'environnement, différeront vraisemblablement selon des secteurs différents de la société. La méthode permet à toutes les parties intéressées de participer à la recherche des possibilités d'un compromis acceptable par tous, sans être forcément idéale pour tel ou tel groupe. La force de la Programmation à objectifs multiples réside dans sa capacité de stimuler la discussion, dans une structure sociale, quant aux conséquences de telle ou telle orientation possible. Néanmoins, ces méthodes ne sauraient, à elles seules, apporter de réponse définitive aux problèmes de l'utilisation des sols, qu'il faut résoudre à partir de valeurs et d'objectifs convenus.

Encadré 6 : La science atmosphérique permet une planification avancée en prévision de sécheresses

Des progrès récents de la science atmosphérique permettent d'envisager une prédiction à long terme des sécheresses. Des corrélations étroites ont dernièrement été signalées entre le réchauffement du Pacifique par El Niño et de graves sécheresses au Zimbabwe et dans d'autres parties de l'Afrique (Cane et autres, 1994). En raison du développement des moyens de prédire le réchauffement d'El Niño au moins un an d'avance, il sera bientôt possible de prédire le temps pendant la prochaine saison de croissance des plantes avant la mise en place des cultures en Afrique. La faculté de planifier d'avance en tenant compte des conditions atmosphériques pendant la saison de croissance serait d'un grand secours pour la planification dans l'agriculture et un élément entièrement nouveau dans la gestion intégrée des terres. Un perfectionnement continu de ces technologies peut éventuellement améliorer la gestion des terres et contribuer à stabiliser les disponibilités alimentaires dans des pays tels que le Zimbabwe et le Botswana.

C. Sciences et technologies appliquées

22. Ce sont les méthodes pragmatiques mises en oeuvre pour atteindre les objectifs fixés lors de la planification de l'utilisation des terres. Les apports de l'innovation et de l'expérience humaines, tels qu'ils se retrouvent dans de nombreux types de savoir endogène, ont permis le développement et l'adaptation rapides de méthodes destinées à améliorer l'utilisation des terres sous tous ses aspects. Les technologies susceptibles d'applications spécifiques sont le fruit de nombreuses sciences différentes, notamment : agronomie, foresterie, hydrologie, géologie, science des sols, biologie de la faune et de la flore, physique, chimie, science des mines, génie civil.

23. L'une des réussites les plus célèbres d'une technologie appliquée est la "Révolution verte", dont sont issues des variétés de céréales à fort rendement qui ont beaucoup amélioré la sécurité alimentaire dans des régions du tiers monde. Les travaux qui se poursuivent sur la reproduction et la génétique des plantes aboutissent à des variétés qui résistent à des conditions moins favorables et n'exigent pas la forte proportion d'intrants nécessaire aux variétés initiales de la Révolution verte. Des stations expérimentales agricoles dans le monde entier continuent à progresser considérablement dans la mise au point de variétés qui ont un bon rendement avec moins d'intrants et sont compatibles avec une protection plus efficace des sols et des eaux. Les techniques modernes du génie génétique et un emploi plus rationnel des ressources génétiques contenues dans des variétés sauvages et des plantes endogènes permettent d'espérer une amélioration continue. Des progrès semblables en matière de production et de résistance aux maladies sont actuellement obtenus aussi par des programmes de reproduction animale. Toutefois, ces technologies nouvelles ne peuvent être appliquées avec succès là où elles sont le plus nécessaires sans une meilleure information sur la répartition des qualités de sols et des conditions climatiques dans les pays en développement.

24. Les technologies appliquées les plus efficaces résultent souvent d'une hybridation entre des méthodes traditionnelles et des technologies modernes qui comportent un apport hautement efficace de ressources. La somme croissante d'expériences mondiales en matière de régénération des terres et d'autres aspects d'une gestion intégrée des terres pourraient hâter la solution des problèmes de l'environnement et du développement dans le tiers monde. La mise à l'essai et l'affinement continu de ces technologies devraient déboucher sur de nouvelles améliorations et sur une adaptation plus étroite à une gamme plus vaste d'environnements dans les pays en développement.

Encadré 7 : L'aménagement des terres diminue l'érosion et augmente la production vivrière en Chine

Le plateau de loess de la Chine (530 000 km²) est l'une des zones les plus érodées du monde. A partir de 1979, le Gouvernement chinois, en coopération avec le PNUD, a ouvert une station expérimentale de lutte contre l'érosion à Mizhi, dans le nord de la province du Shaanxi. Diverses technologies ont été essayées sur un bassin hydrographique expérimental de 100 km² partagé entre trois villages. Elles comprenaient le passage de récoltes annuelles cultivées à des récoltes bisannuelles, la construction de terrasses supplémentaires, la maîtrise de l'érosion des ravins et l'introduction de nouvelles variétés de plantes et espèces animales. Dès la fin des années 80, le projet avait atteint la plupart de ses objectifs. La superficie totale des terres affectées à la production vivrière était réduite de plus de 50 %, tandis que les terres agricoles stables avaient augmenté de plus de 50 %. Sur l'ensemble de la zone, 47 % étaient maintenant couverts de pâturages et de forêts, ce qui avait beaucoup réduit le taux d'érosion. La production vivrière totale avait augmenté de 70 %, malgré la forte diminution des surfaces cultivées. Ce projet et d'autres analogues sur le plateau de loess, appliqués en collaboration avec le Programme alimentaire mondial et la FAO, ont démontré irréfutablement que la gestion intégrée des terres peut à la fois atténuer l'érosion, augmenter la production et élever les niveaux de vie. Ces méthodes sont maintenant en cours d'extension à toute la province du Shaanxi, ainsi que dans la préfecture du Yulin (FAO, 1992).

D. Technologies et infrastructures d'appui

25. Une infrastructure solide en matière d'enseignement, de recherche et d'analyse est indispensable pour une gestion efficace intégrée des terres. Les projets de gestion intégrée des terres ont peu de chance de réussir sans un niveau suffisant de connaissances spécialisées dans le pays pour exécuter l'entreprise et une coopération suffisante à travers les frontières institutionnelles et sectorielles traditionnelles pour tirer efficacement parti des connaissances spécialisées. Un service robuste de vulgarisation agricole peut apporter une expérience pratique décisive et l'accès au savoir endogène, ainsi que les moyens d'expliquer aux utilisateurs des terres les buts et les méthodes de la gestion intégrée. Il faut disposer de suffisamment d'outillage moderne d'analyse et de recherche, ainsi que de matériel de traitement de l'information et de logiciels pour répondre aux besoins d'évaluation, de recherche et de suivi de la gestion intégrée.

26. Une gestion véritablement intégrée des terres exigeant l'appui de toutes les parties intéressées et une autorité centrale pour sa mise en oeuvre, un public suffisamment instruit pour comprendre et apprécier les objectifs d'une gestion durable des terres est indispensable au succès de ces efforts sur le long terme. L'éducation, structurée ou non, dispensée par tous les médias disponibles, et les structures législatives et cadastrales nécessaires pour soutenir une sécurité économique à long terme sont décisives pour le développement durable.

27. Certes, les technologies d'appui ne sont peut-être pas aussi prestigieuses et séduisantes que la télédétection et la biotechnologie, mais elles sont tout aussi importantes pour une gestion intégrée des terres. Elles peuvent parfois servir de mécanismes d'intégration qui encouragent différents secteurs de la société à travailler ensemble. Par exemple, des réseaux d'ordinateurs interconnectés dans lesquels chaque groupe est chargé de fournir une proportion précise de l'information nécessaire à chacun peuvent favoriser la coopération entre des organismes ou groupes qui n'avaient pas coopéré auparavant. L'investissement dans ce type d'infrastructure jette les bases d'une réussite de la gestion intégrée des terres.

III. ENTRAVES A LA GESTION DES TERRES

28. De nombreux obstacles entravent l'application effective d'une gestion intégrée des terres au niveau aussi bien local que mondial. Quelques-uns sont justiciables de solutions technologiques, mais beaucoup tiennent à ce que les technologies existantes ne sont pas disponibles là où elles sont le plus nécessaires. La suppression de bon nombre de ces obstacles exige des décisions quant à l'affectation des ressources aux niveaux national et international, qui décideront de l'avenir de secteurs spécifiques de la société. Les obstacles peuvent se classer en quatre grands groupes :

- 1) Accès limité à une information et à une technologie appropriées
- 2) Faiblesses de l'infrastructure institutionnelle
- 3) Pratiques non viables en matière d'utilisation des terres
- 4) Conflits entre des objectifs différents de l'utilisation des terres.

29. Les conditions environnementales et socio-économiques n'étant pas les mêmes partout, les technologies appropriées à une gestion intégrée des terres varient et les obstacles à cette gestion diffèrent d'une région à l'autre et d'un pays à l'autre. La science et la technologie peuvent certes contribuer, jusqu'à un certain point, à lever chacun de ces obstacles, mais la contribution des secteurs politique et économique est indispensable pour assurer l'engagement et les ressources nécessaires à la solution de ces problèmes.

A. Accès limité à une information et à une technologie appropriées

30. La gestion intégrée des terres part des connaissances et de l'information relatives à la qualité des ressources en terre et à l'usage qui en est effectivement fait. Il s'agit 1) de l'information sur les caractéristiques fondamentales de la terre telles que ses potentialités pour la foresterie, la production agricole, l'extraction de minéraux, la biodiversité, etc.; 2) des limitations intrinsèques aux diverses formes d'utilisation des terres; 3) de la sensibilité à la diversification, à l'érosion, à la pollution des nappes phréatiques et autres formes de dégradation; 4) de la répartition de l'affectation des sols, du régime foncier et des servitudes; et 5) des impacts urbains et industriels, etc. Malheureusement, pour de nombreuses situations critiques de la gestion des terres dans le tiers monde, les renseignements voulus n'existent pas ou ne sont pas disponibles sous une forme utilisable.

31. Une raison primordiale du manque d'information de base est la difficulté d'avoir accès aux instruments technologiques nécessaires pour se procurer et analyser l'information. Il existe déjà des instruments et des méthodes scientifiques pour évaluer l'information afin de prendre des décisions concernant l'utilisation des terres et leur mise en valeur. Mais ils ne sont pas uniformément disponibles dans toutes les parties du monde, ce qui résulte soit du manque de ressources financières qui permettraient d'acquérir la technologie, soit d'une insuffisance de l'infrastructure et de l'éducation pour entretenir la technologie après son acquisition. Le besoin de moyens tels

que la télédétection et la Programmation à objectifs multiples dans l'aménagement des terres s'accroît à mesure que la qualité des ressources diminue. Mais, en même temps, le faible rendement des terres marginales est moins à même de supporter le coût de l'équipement et de la formation souhaitables pour faire un usage efficace de ces technologies de l'évaluation.

32. Dans certains cas, l'information requise est disponible, mais elle est méconnue ou négligée. Il peut être aussi grave de ne pas réagir en temps opportun à un problème connu que de ne pas pressentir assez tôt un problème jusque-là inconnu. Souvent, il n'est fait qu'occasionnellement usage des moyens effectivement disponibles, d'où une planification et une gestion limitées et inappropriées de l'utilisation des terres. En pareil cas, les observations qui remontent assez loin sur l'état de l'environnement seront rares. Le suivi des ressources et de leur usage à travers des indicateurs de viabilité est essentiel pour juger de l'efficacité des mesures prises et de la gestion de l'utilisation des terres qui en résultent. Ce suivi doit avoir une forte composante locale, des opérations de mesure et des observations étant effectuées par un personnel entraîné. Des technologies de pointe telles que la télédétection seront souvent utiles.

33. Actuellement, le transfert effectif de technologies spécifiques et de savoir d'un pays à l'autre est entravé par l'absence de méthodes et définitions communes concernant les caractéristiques fondamentales des terres telles que le sol, le climat, l'usage fait des terres et les types de couvert végétal. Des définitions normalisées pour ces caractéristiques sont en cours d'élaboration grâce à une initiative conjointe PNUD/FAO/Habitat et devraient beaucoup faciliter la mise en oeuvre d'une gestion intégrée des terres.

34. La science et la technologie ne sauraient résoudre tous les problèmes. Dans certains cas, l'absence de renseignements utiles peut tenir à l'imprécision de la science et de la technologie disponibles. Les questions posées par l'utilisation des terres et par son incidence dans les domaines environnemental, économique et social ne trouveront pas toutes une réponse scientifique définitive. Les données disponibles peuvent être si ambiguës qu'elles interdisent une interprétation convenable ou empêchent toute extrapolation à d'autres environnements. Plus gênant est le fait que l'interaction dynamique entre les êtres humains et l'environnement est complexe et mal comprise. Par exemple, l'impact des comportements humains sur l'atmosphère de la planète et l'effet potentiel de serre n'est pas clair. La recherche scientifique sur le changement climatique dans le monde pronostique des conséquences qui vont d'un refroidissement à un réchauffement de l'atmosphère du globe. Ce genre de renseignement n'a aucune valeur pour ceux qui prennent des décisions. Une incompréhension fondamentale de processus complexes explique cette carence et d'autres carences de l'information. En pareil cas, le seul moyen d'arriver à de meilleures décisions est d'aller de l'avant dans la recherche scientifique.

**Encadré 8 : Stratégie nationale de protection de l'environnement
au Pakistan**

Une population toujours plus nombreuse, avec une industrialisation et une urbanisation rapides, rendait très difficile une utilisation optimale des ressources au Pakistan. C'est pourquoi le Gouvernement pakistanais a élaboré une Stratégie nationale de protection de l'environnement afin d'organiser et de coordonner une action publique relative aux questions préoccupantes de l'utilisation des ressources. Le vaste plan d'action de la Stratégie envisage un investissement d'environ 50 milliards de dollars sur 10 ans dans 14 zones cibles et comprend des mesures pour entretenir les sols des terres agricoles, rendre l'irrigation plus efficace, protéger les bassins hydrographiques, soutenir la foresterie et les plantations, régénérer les pâturages et améliorer le cheptel, protéger les nappes d'eau et entretenir les lieux de pêche, préserver la biodiversité, accroître l'efficacité énergétique, mettre en valeur et augmenter les ressources renouvelables, prévenir et diminuer la pollution, gérer les déchets urbains et soutenir les institutions dispensatrices de ressources communes pour la gestion des terres.

B. Faiblesses de l'infrastructure institutionnelle

35. Bien que la connaissance de nombreux aspects de l'utilisation des terres ait nettement augmenté au cours des dernières décennies, sa diffusion n'a pas suivi. Le fait tient à l'absence de moyens suffisants de transmission, à l'usage limité des moyens existants et au manque de communication et de coopération entre les organismes chargés des différents aspects de l'utilisation des terres. Parmi les moyens de transmission de l'information figurent la sensibilisation et l'éducation du public, la récupération et l'utilisation du savoir indigène, le personnel qualifié, l'infrastructure institutionnelle et les méthodes permettant des échanges locaux, régionaux, interinstitutions et internationaux de connaissance et de technologies.

36. Un cadre bien conçu et effectivement exploité est nécessaire pour favoriser la gestion des ressources à des niveaux différents de la société, à partir du centre, de la région et de la division jusqu'au niveau de planification locale (village). Malheureusement, les éléments qualifiés et le personnel au courant de la gestion des ressources en terre et de l'éducation en matière d'environnement font souvent défaut aux échelons décisifs. Dans certains cas, autrefois surtout, les problèmes de l'environnement n'ont pas retenu toute l'attention voulue dans l'éducation du public. Les services de vulgarisation s'adressent parfois surtout aux éléments mâles de la population, négligeant le rôle de la femme dans l'agriculture, dans l'approvisionnement du ménage en ressources énergétiques, et d'autres incidences écologiques. L'accès des femmes à l'instruction est d'une importance cruciale pour les programmes de développement qui ont pour but une gestion intégrée des terres.

37. L'absence de coopération et de communication entre organismes peut entraîner un double emploi et un gaspillage des ressources. L'insuffisance des moyens institutionnels pour la transmission de l'information sur les conditions du marché et les possibilités commerciales peut être aussi dommageable que l'absence d'information sur les technologies agricoles. Il est arrivé que l'on fasse adopter des technologies scientifiques sans en souligner les dangers, tels que les effets secondaires toxiques d'un usage excessif des biocides.

38. Sans une transmission de l'information en amont et en aval, les services de vulgarisation ne sont pas à même de créer le lien nécessaire entre les besoins des paysans et les conclusions de la recherche, laquelle reste donc souvent improductive. Il arrive que les instituts de recherche qui concentrent leurs efforts sur les régions riches produisent des résultats qui n'ont guère d'intérêt pour les régions moins bien dotées. Un trésor de savoir endogène, accumulé pendant des générations, peut disparaître rapidement, réduisant les possibilités de maintenir la viabilité. L'hybridation entre les modes de culture endogènes sans danger pour l'environnement et l'agriculture moderne à forte teneur en intrants peut aboutir à l'usage le plus efficace de ces intrants et être le meilleur gage de la viabilité économique, avec des effets secondaires limités sur l'environnement.

C. Pratiques non viables en matière d'utilisation des terres

39. Une utilisation non viable des terres résulte de la surexploitation, de la pollution et de la destruction de ressources naturelles. Aucun individu, aucune société ne compromet intentionnellement son bien-être futur ou sa survie par des pratiques non viables. Toutefois, les pressions économiques résultant de la fixation des prix, des subventions et des incitations fiscales, ainsi que la pure et simple nécessité découlant du besoin de survivre au jour le jour, peuvent entraîner la dégradation ou la destruction de la base de ressources requises pour la survie et le bien-être économique à long terme. La fixation des prix par les pouvoirs publics, les subventions et les politiques commerciales en matière de produits alimentaires, de bois de chauffe, d'énergie et de ressources minérales peuvent encourager, voire forcer, les utilisateurs des terres à épuiser les ressources naturelles, provoquant des situations où ils portent atteinte à leurs propres moyens de subsistance. Les politiques économiques aussi bien nationales qu'internationales peuvent pousser l'utilisation des terres jusqu'à des pratiques contraires à la viabilité.

40. La dégradation des sols résultant des pressions exercées pour survivre peut se produire quand la capacité biologique de la terre est réduite par des conditions atmosphériques extrêmes, telles que les sécheresses, ou par une détérioration progressive due au surpâturage ou à l'érosion. Certaines régions sont beaucoup plus exposées à ces phénomènes en raison de leur climat, de leurs sols, de leur topographie ou d'autres facteurs.

41. La répartition inéquitable des terres et d'autres ressources peut effectivement réduire la capacité biologique et créer une situation où la dégradation des sols s'accélère quand les habitants sont contraints de cultiver des terres marginales qui ne sont pas capables de les nourrir.

L'inexistence d'une occupation foncière de longue durée ou le manque de technologie nécessaire pour déterminer ou attribuer la propriété foncière peut entraîner une dégradation des sols par des utilisateurs que rien n'incite à améliorer ou à préserver les ressources pour l'avenir.

Encadré 9 : Les connaissances scientifiques contribuent à préserver la biodiversité

Les connaissances scientifiques peuvent contribuer à distinguer les situations où des utilisations de la terre apparemment inconciliables sont en réalité compatibles. Par exemple, la protection de la biodiversité est souvent jugée directement incompatible avec la production alimentaire agricole. Pourtant, des travaux récents montrent que de nombreux éléments de la biodiversité sont, par nature, peu nombreux sur les terres productives qui se prêtent le mieux à l'agriculture, tandis que de nombreux éléments de la biodiversité sont, en réalité, à leur niveau le plus haut sur les terres marginales à faible rendement, où la valeur économique du matériel génétique utile à la biotechnologie peut être considérable. Ainsi, la protection de terres productives contre la dégradation et leur utilisation efficace pour produire des aliments par des méthodes telles que les cultures mixtes peut contribuer à protéger la biodiversité en préservant les terres marginales d'une agriculture intensive et en les employant au contraire à des fins telles que la protection des bassins hydrographiques, la recharge des nappes phréatiques, l'amélioration de la qualité de l'eau, et le tourisme, outre la protection de la faune et de la flore et d'autres éléments de la biodiversité.

42. S'il est vrai que la concentration de la population en milieu urbain a des avantages qui se traduisent par une efficacité accrue et des coûts moins élevés pour l'infrastructure sociale et physique, l'extension des zones urbaines a, en revanche, un effet direct sur l'environnement adjacent. Les seuils critiques risquent d'être dépassés par rapport au potentiel de régénération naturelle de l'environnement, ou aux ressources en eau et en énergie disponibles pour le développement urbain et l'industrialisation, ainsi qu'aux besoins essentiels de l'homme. Par exemple, le bois de chauffe est une source d'énergie commune pour la cuisine et le chauffage dans la plupart des pays en développement. La quantité de bois de chauffe nécessaire en milieu urbain peut aisément dépasser la production annuelle. L'enchérissement de l'énergie n'en sera pas la seule conséquence. Le pouvoir tampon décroissant de l'environnement adjacent sous l'effet du déboisement provoque une érosion et une perte d'efficacité de l'agriculture, des transports et de l'industrie. Le dépôt de polluants atmosphériques provenant des incinérateurs urbains de déchets ou de hauts fourneaux industriels peut entraîner des concentrations nocives de matériaux toxiques dans les produits agricoles et la pollution des eaux de surface due à des déchets industriels et urbains risque de rendre l'eau impropre à des fins d'irrigation agricole.

Encadré 10 : Une longue histoire de l'évaluation des terres
au Japon

L'évaluation et l'amélioration de la capacité biologique des terres a joué un rôle dans le développement économique et social du Japon. Un enregistrement et une évaluation minutieux de la production agricole pendant l'ère Tokugawa a permis aux souverains japonais de fixer la base de l'impôt et de réglementer la répartition des populations rurales et urbaines (Sato, (1769-1850); Samson, 1931). Les terres fertiles de la région qui entourent le Tokyo actuel ont contribué au développement d'un système agro-économique intégré qui nourrissait une population extrêmement dense et soutenait une riche structure sociale et économique.

43. La capacité biologique d'une région étant fonction des conditions économiques et sociales, ainsi que du volume et de la qualité des ressources naturelles, le surpeuplement est une condition relative et non absolue. L'une des causes de l'autodestruction de la base de ressources d'une société est le surpeuplement par rapport aux conditions économiques du moment. La situation est particulièrement difficile quand le sol et le climat locaux ou régionaux sont trop défavorables pour garantir une utilisation durable profitable d'intrants extérieurs dans l'agriculture, tandis qu'une offre faible de main-d'oeuvre qualifiée et d'autres conditions économiques font obstacle à la création d'emplois en dehors de l'agriculture, par exemple aux confins des déserts ou dans les régions semi-arides. Des investissements technologiques de grande envergure dans ces régions ne sont pas faisables du point de vue économique parce que le pouvoir d'achat de la population locale et les possibilités d'accroître la production sont insuffisants. A la longue, toutefois, ce peu d'intérêt pour les régions marginales menacera les régions plus productives à travers la dégradation ou la perte des fonctions écologiques, sociales et économiques des zones marginales, qui peuvent être décisives pour le bien-être des régions plus favorisées. Les investissements publics à l'appui d'utilisations viables des terres peuvent être la formule la plus rentable pour préserver les fonctions d'écosystèmes dans les régions marginales et pour éviter les migrations, avec les problèmes sociaux et économiques qui les accompagnent.

D. Conflits entre des objectifs différents de l'utilisation des terres

44. La planification de l'utilisation des terres a pour but le "meilleur" usage qui peut en être fait, compte tenu des objectifs et aspirations assumés. Il y aura cependant inévitablement conflit entre divers groupes d'intérêts qui ont des conceptions et des objectifs différents quant à l'utilisation des terres. Par exemple, le développement urbain et industriel vise souvent des terrains extrêmement avantageux pour la production agricole. Dans les régions arides, la migration des pasteurs transhumants engendre généralement des

conflits avec les cultivateurs de terres arables. Les écologistes ont habituellement, pour la gestion des terres, des objectifs qui ne coïncident pas avec ceux des paysans ou des hommes d'affaires. Quantité de ces objectifs sont interdépendants et il est évident qu'ils se recoupent partiellement, en même temps qu'ils rivalisent. Quand les objectifs sont multiples, il faut arriver à des compromis. Souvent, il n'y a pas de solutions technologiques simples et les structures sociales sont forcées de consentir à des décisions et compromis difficiles.

Encadré 11 : Protection, développement et gestion
des ressources en terres en Inde

L'Inde possédant une population extrêmement dense et de riches ressources naturelles et culturelles, l'aménagement des terres est pour elle une sérieuse préoccupation. De grandes orientations ont été définies lors de la Consultation nationale sur le plan prospectif de protection, de développement et de gestion des ressources en terres en 1991, qui a préconisé une conception intégrée et scientifiquement rationnelle de la gestion des ressources en terres dans le pays. Un certain nombre d'initiatives ont été mises en évidence, notamment : planification globale de l'utilisation des terres applicable aux mines, aux carrières, aux usages industriels et au développement urbain; coordination des activités sectorielles connexes telles que la politique nationale des forêts, celle de l'eau, celle du logement, celle de l'utilisation des terres, etc.; traitement plus prioritaire aux aspects de protection et de régénération des forêts; diversification de l'agriculture, avec une attention particulière accordée aux problèmes de la salinité des sols, de la saturation en eau, de l'acidité et des zones exposées à la sécheresse et désertiques; atténuation de risques comme les inondations et les séismes dans les zones sensibles; formation convenable de personnel; mise à jour continue de la base de données sur les ressources en terres de l'Inde au moyen de la télédétection et de banques de données informatisées. La planification nationale et régionale de l'utilisation des terres est facilitée par le projet de planification régionale agroclimatique de la Commission indienne de planification, qui partage le pays en 15 régions agroclimatiques afin de fournir des intrants techniques et scientifiques à l'agriculture et aux secteurs connexes pendant le huitième plan quinquennal (1992-1997) et au-delà. La science et la technologie contribueront, de façon suivie, à la planification, à l'exécution et à la gestion des programmes mis en chantier pour traiter les problèmes ci-dessus.

45. Une solution appropriée des conflits ne va pas toujours de soi. Par exemple, l'agriculture qui consomme beaucoup d'intrants enregistre généralement une meilleure efficacité de ces intrants par unité de production que l'agriculture qui en consomme peu, parce que les ressources productives sont employées plus utilement grâce à une optimisation plus poussée des modes de culture. Toutefois, les intrants ayant une forte teneur en produits chimiques, la contamination locale de l'environnement est beaucoup plus probable que dans l'agriculture qui consomme peu d'intrants. En outre, le rendement plus élevé de l'agriculture grande consommatrice d'intrants permet de produire, sur une parcelle plus petite, la même quantité d'aliments que sur une superficie beaucoup plus étendue cultivée avec peu d'intrants. Il reste ainsi plus d'espace pour la protection de la nature, le maintien de la biodiversité, la protection des aires d'alimentation en eau et d'autres utilisations des terres qui sont socialement importantes. Devant cette dualité, la nature complexe des arbitrages est particulièrement évidente. Devons-nous employer nos ressources non renouvelables aussi efficacement que possible dans les régions richement dotées et tolérer une pollution localement forte du milieu ou devons-nous les employer avec un rendement moindre et assurer ainsi une pollution faible de l'environnement ? Ces problèmes sont indissociables des conditions socio-économiques dominantes, qui peuvent mettre au premier plan les subventions aux intrants exogènes, la création d'emplois en dehors de l'agriculture ou le soutien du revenu. Il faut peser soigneusement tous les problèmes en jeu pour décider de l'option à retenir.

46. Une autorité publique quelconque, telle que conseil de village, office de travaux publics, conseil de développement, administrations régionales ou nationales, doit participer à la négociation et à l'application de solutions en cas de contestation quant à l'utilisation des terres. Les conséquences d'une absence de cette autorité publique sont apparues dans les parties du monde où les systèmes efficaces qui régissaient autrefois l'utilisation des terres ont été affaiblis pendant l'époque coloniale. Une législation fondée sur la juridiction coloniale a été instituée, alors que les régimes fonciers indigènes étaient encore en place, d'où une réglementation lâche et confuse. De ce fait, les conditions agro-écologiques ont été négligées, ce qui a entraîné une sérieuse dégradation des ressources en terres.

47. Une gestion intégrée des terres exige des choix fondés sur des objectifs valables et explicites. La terre se prêtant à de nombreux usages, il est inévitable que ces choix donnent lieu à des conflits. Toutefois, plus faibles sont le volume et la qualité des ressources naturelles, plus grand est le risque de surseoir aux décisions et de négliger la planification et la gestion intégrées de l'utilisation des terres. Un accès inégal aux ressources naturelles et aux intrants exogènes, de même que l'absence de participation de la population dans son ensemble, accélère le mouvement de désagrégation. Il y aura une dégradation irréversible des régions moins favorisées, qui menacera le bon fonctionnement des régions adjacentes plus avantagées.

Encadré 12 : La recherche scientifique contribue à éviter le gaspillage de ressources déjà rares

L'évaluation des entraves à l'agriculture et à la capacité biologique potentielle est particulièrement importante dans les zones marginales où des fluctuations climatiques extrêmes peuvent provoquer des déplacements déstabilisants de la production agricole et des densités de population. Au Mali, comme dans le reste de la région du Sahel, des sécheresses périodiques entraînent l'effondrement des systèmes d'agriculture et de pâturage, déclenchant des migrations massives et des crises humanitaires. L'analyse des entraves imposées par le climat et le terrain à la productivité des systèmes d'agriculture et de pâturage a montré que le premier facteur limitatif n'est pas l'eau, mais bien les nutriments disponibles dans les sols. Par conséquent, lancer des projets d'irrigation onéreux serait un gaspillage de crédits si l'on ne s'attaque pas d'abord à d'autres facteurs limitatifs. Un exemple de la manière dont une gestion intégrée des terres peut éviter le gaspillage de ressources est celui de l'Ethiopie, où la FAO a procédé à une analyse agrométrique, en se fondant sur la notion de zones agro-écologiques, aux fins d'un projet de barrage dans la région de Kesem. L'analyse des sols a permis de constater que leurs caractéristiques et leur répartition dans les terrains étaient incompatibles avec le bon fonctionnement d'un projet d'irrigation. En revanche, l'évaluation des terres a permis de trouver des terrains qui se prêteraient à divers types d'agriculture pluviale.

IV. RECOMMANDATIONS ET CONCLUSIONS : RECOURS AU TRANSFERT DE
TECHNOLOGIE ET A LA CREATION DE CAPACITES HUMAINES

48. Les entraves à une gestion intégrée des terres examinées dans la section précédente sous-entendent un certain nombre d'actions précises qui pourraient aider à les surmonter. La science et la technologie contribuent à la solution de certaines, en particulier de celles qui ont directement trait à la planification et à la mise en oeuvre de l'aménagement des terres (voir sect. III, C et D). D'autres, en revanche, exigent des solutions sociales et économiques, en particulier celles qui se rapportent à l'absence de l'information nécessaire et à l'impossibilité de se procurer la technologie requise (voir sect. III, A et B). L'éducation et le développement de l'infrastructure sont des thèmes qui se retrouvent dans toutes les composantes d'une gestion intégrée des terres. Les entraves qui s'opposent plus précisément à l'éducation et à la diffusion, les coûts élevés, l'inutilisation ou l'usage défectueux du matériel sont traités dans d'autres rapports tels que le "Rapport du Groupe de travail ad hoc intersessions à composition non limitée sur le transfert des techniques et la coopération" (E/CN.17/1994/11). Quoi qu'il en soit, ces obstacles continuent à limiter sérieusement l'intégration effective de la planification et de la gestion de l'usage des terres dans de nombreux pays en développement.

49. Les deux types d'entraves aux efforts déployés pour mettre en oeuvre l'aménagement intégré du territoire et les problèmes d'utilisation des terres proprement dits sont étroitement liés aux conditions environnementales et socio-économiques locales. Il est donc important de trouver, pour les surmonter, des approches qui soient flexibles et suffisamment adaptables pour se prêter au niveau approprié de technologie et au type de solution convenant à chaque pays ou région. L'expérience des pays développés et des pays en développement permet de recenser un certain nombre de méthodes qui ont permis de supprimer les obstacles à une intégration effective de la gestion et de la planification d'un territoire. Ces méthodes peuvent se classer sous les rubriques générales ci-après :

- 1) Coopération aux niveaux national et intergouvernemental
- 2) Partenariats secteur privé/secteur public
- 3) Programmes d'appui à une formation et à une technologie ciblées
- 4) Investissement public direct dans la protection des ressources

A. Coopération aux niveaux national et intergouvernemental

50. L'insuffisance des ressources financières requises pour se procurer l'information et les technologies nécessaires, ainsi que celle de l'infrastructure, de la formation de personnel et de compétences au niveau national, peuvent, l'une et l'autre, être surmontées par la mise en commun des ressources entre pays ayant les mêmes intérêts. Cette formule peut améliorer la qualité et le niveau de l'information et de la technologie que les pays qui coopèrent ainsi peuvent se procurer, en même temps que servir d'appareil efficace pour faire partager des solutions aux problèmes communs.

51. Des efforts déjà tentés pour lancer des coopérations de ce type, tous n'ont pas réussi. Heureuses ou malheureuses, les expériences permettent de déterminer les éléments importants pour la réussite d'efforts de coopération.

1) Objectifs communs et méthodes communes. Il est essentiel que tous ceux qui coopèrent aient des objectifs communs expressément visés par l'information ou la technologie spécifique qui sera partagée par les participants à la coopération. Il est arrivé que des efforts d'organisations internationales, agissant du sommet à la base pour procurer une information de pointe en faisant appel à la télédétection par satellite, échouent parce que l'information n'était pas présentée sous la forme convenable ou parce qu'elle était trop générale et ne correspondait pas aux besoins propres à tel ou tel pays. Pour réussir, les expériences de coopération doivent être conçues en participation de façon à atteindre des buts précis communs au moyen d'une technologie appropriée suffisamment flexible pour donner des résultats utiles à de nombreux niveaux différents de progrès technologique. 2) Engagement de tous les partenaires. Le temps considérable qu'il faut pour constituer une équipe formée et expérimentée, avec une infrastructure technique d'appui, exige, pour qu'elle réussisse, une grosse mise de fonds et un engagement à long terme en personnel et en soutien institutionnel. Les partenaires éventuels doivent être disposés à s'engager à faire un effort durable. Les programmes qui n'exigent pas d'engagement sont rarement couronnés de succès. 3) Structure administrative neutre. Une bonne coopération exige que les partenaires soient tous traités sur un pied d'égalité et qu'aucun n'ait la haute main sur les ressources ou sur le choix des objectifs. Des structures associées à une administration neutre et indépendante ou exercée par roulement sont essentielles pour éviter la prédominance d'un seul des partenaires. Il faut aussi veiller à respecter les droits de propriété intellectuelle des participants et à en assurer la protection juridique.

Encadré 13 : Institut international de recherche sur le riz : succès d'une coopération au service du transfert de technologie

Un exemple d'une manière efficace de mettre au point une technologie là où elle est le plus nécessaire est l'effort de recherche entrepris en collaboration à l'Institut international de recherche sur le riz (IIRR) par des instituts de pays développés et de pays en développement, dont 16 centres nationaux de recherche agricole (NARC) en Asie. Le but essentiel du programme était la mise au point de modes améliorés de production du riz par le transfert de compétences de modélisation et de simulation. Pour constituer une masse critique à l'intérieur des NARC, des équipes multidisciplinaires ont été formées. Du matériel et du logiciel ont été reçus en dons et des cours ont été organisés pour en enseigner le maniement. Toutes les institutions participantes ont été tenues de prendre des engagements à long terme en matière de personnel et d'appui. Le "langage" commun acquis et le réseau ainsi créé permettent un échange direct de résultats, l'accès à des bases de données communes et la coordination des efforts en cours et complémentaires. La combinaison d'une expérimentation sur le terrain et en laboratoire et une modélisation a permis d'identifier des variables clés et des processus débouchant sur des systèmes améliorés de gestion des cultures. En outre, les NARC peuvent maintenant profiter des connaissances de scientifiques à des niveaux internationaux.

Des expériences faites en Chine, aux Philippines et en Inde montrent que cette formule peut être facilement adaptée au niveau national, en insistant sur le travail interinstitutions et interdisciplinaire, et sur l'intégration des connaissances (Penning de Vries et autres, 1991). Le système d'information sur la recherche agricole, en cours de mise au point par le Indian Council of Agricultural Research et les State Agricultural Universities, avec le concours du Service international pour la recherche agricole nationale (ISNAR), sera d'une extrême utilité pour les échanges futurs d'information à l'échelle internationale.

52. Cette formule des réseaux de coopération peut être reprise à différents niveaux. Entre les petits pays d'une même région qui partagent des ressources (par exemple, bassins hydrographiques, chaînes de montagne) ou ont des problèmes communs tels que la désertification, la coopération internationale permet une mise en commun efficace des ressources pour réaliser ce qu'aucun pays ne saurait accomplir à lui seul. Dans des pays de plus grande dimension, la formule a réussi dans la coopération intrasectorielle (par exemple, stations de recherche agricole dans différentes régions) et pourrait aussi être appliquée à la coopération intersectorielle, de même qu'avec des systèmes informatisés communs donnant accès aux données par satellite ou aux sources traditionnelles d'information. Les réseaux sont des moyens efficaces de mettre en commun et de partager les ressources des pays, mais peuvent aussi constituer une structure utile et rentable pour les activités appuyées par des donateurs.

53. Des arrangements en coopération de ce genre peuvent apporter des contributions importantes dans les domaines de l'éducation, de la formation, du développement de l'infrastructure et de la création d'institutions. Bien que la plupart des exemples existants se rencontrent dans les domaines de l'agriculture et des ressources naturelles, les problèmes de la gestion des terres et du développement durable susceptibles d'être abordés sous cet angle sont innombrables. Parmi les plus importants, on pourrait citer les modes de règlement des incompatibilités, les technologies dans l'industrie manufacturière, l'efficacité énergétique, le recyclage et les technologies de réemploi, les technologies de géologie environnementale, les modes de planification des terres en milieu urbain et rural, ainsi que beaucoup d'autres thèmes précis de la science et de la technologie.

B. Partenariats secteur privé/secteur public

54. Le secteur privé peut apporter des contributions majeures mutuellement profitables à la mise au point d'une technologie et à la création d'une infrastructure dans nombre de domaines différents qui concernent une conception intégrée de l'aménagement des terres. Les mécanismes disponibles à cette fin sont très variés. Le crédit bancaire, qui soutient la mise en oeuvre de technologies ayant fait leur preuve ou le perfectionnement de technologies nouvelles, est un instrument puissant qui peut faire la liaison entre un aménagement durable des terres et le développement économique. Des programmes efficaces d'investissement, fondés sur des prêts communautaires et des coopératives féminines, sont d'excellents exemples de la manière dont des capitaux peuvent être réunis à l'appui du transfert de technologie. Un soutien privé/public aux instituts de recherche-développement travaillant sur de nouvelles technologies ou de nouveaux produits, ou enquêtant sur des questions précises importantes pour le secteur privé, existe déjà dans beaucoup de pays développés et dans quelques pays en développement. Ce type d'investissement privé va de pair avec la promotion du marché et tendra à se répandre à mesure que les marchés s'étendent. La promotion du marché qui comporte la formation d'un personnel technique d'appui et le financement de bureaux extérieurs peut aussi contribuer à une gestion intégrée des terres quand il fait intervenir les technologies appropriées. Dans le même ordre d'idées, les programmes de bourses décernées par des entreprises peuvent former des compétences dans le pays intéressé. Les incitations à la mise au point de produits peuvent contribuer à l'expansion des marchés, tout en offrant une technologie, une expérience et une formation. Il s'agira par exemple d'installer des ordinateurs dans les écoles et les municipalités ou de dispenser une formation technique à l'occasion de l'achat d'un produit. L'infrastructure privée existante, telle que les réseaux de distribution de produits et l'information sur les produits, peut servir à favoriser la diffusion de l'information se rapportant aux technologies de gestion des terres. Cette possibilité est particulièrement importante là où les circuits de communications publiques ne sont pas très développés, comme tel est le cas en milieu rural ou en région montagneuse, et si les stations de recherche sur les lieux ou les services de vulgarisation agricole ont des difficultés de communication ou d'expédition de matériaux.

55. Cette formule peut être extrêmement utile pour favoriser une gestion intégrée des terres, surtout au moment où les entreprises nationales et internationales adoptent les objectifs à long terme d'un développement durable.

C. Programmes d'appui à une formation et à une technologie ciblées

56. Un emploi actuellement non viable des terres est la menace la plus grave qui pèse sur l'avenir d'une production alimentaire durable dans une grande partie des terres productives marginales de la planète. Dans certains cas, des applications expressément ciblées de la technologie peuvent contribuer à supprimer l'obstacle primordial à la planification d'une gestion durable de l'utilisation des terres. Par exemple, une intégration effective des activités de planification dans l'aménagement des terres peut être extrêmement difficile au niveau des villages faute des renseignements nécessaires sur les terrains limitrophes, y compris sur le régime foncier et les limites juridictionnelles, la délimitation des zones protégées ou réservées, l'état actuel des terrains et leur valeur potentielle future pour l'agriculture, l'industrie minière, le tourisme, la protection des aires d'alimentation en eau et d'autres usages. Une planification plus efficace de l'aménagement au niveau des villages peut devenir possible grâce à des programmes locaux de formation à la collecte et à l'évaluation des données, avec l'apport des instruments et de la technologie appropriés. Un investissement de faible envergure dans la formation et la technologie à l'appui de programmes cadastraux peut modifier les pratiques d'aménagement des terres en fournissant l'infrastructure technique voulue pour un régime foncier stable.

57. Un soutien aux modes de règlement des incompatibilités, comme la Programmation à objectifs multiples, peut contribuer à faire intervenir toutes les parties intéressées dans le règlement de conflits sur des objectifs différents de l'utilisation des sols. Ces conflits résultent de divergences entre intérêts, valeurs et influences privés et publics; de l'absence d'autorité locale sur l'affectation des terres et les ressources en terres; de la répartition inégale des ressources et de l'autorité; de l'absence de mécanismes efficaces pour la discussion, l'évaluation et la solution des différends; enfin, de l'inexistence d'une orientation ou autorité effective de la part des organes de décision. Le règlement des différends sur les objectifs de l'utilisation des sols repose inévitablement sur des jugements de valeur et sur une évaluation subjective ou normative des formules en présence. Le consensus et le compromis nécessaires pour régler les différends et arriver à un plan viable d'aménagement des terres que toutes les parties intéressées puissent accepter exigent une direction solide et l'encadrement de l'autorité la plus compétente, à la fois pour la conception du plan et pour son exécution. L'incapacité de régler ce type de différends a de tout temps débouché sur des troubles civils.

**Encadré 14 : Le transfert de technologie Nord-Sud à Trieste diffuse
la collaboration Sud-Sud dans le monde entier**

Depuis 1982, le Centre international de physique théorique, en même temps que l'Académie des sciences du tiers monde, à Trieste (Italie), organise des cours et des ateliers d'écologie mathématique. Tous les deux ans, des scientifiques éminents des Etats-Unis et de l'Europe se réunissent avec 50 à 60 participants bénéficiaires venus de pays en développement pour un cours intensif de trois à quatre semaines sur l'application des méthodes mathématiques et informatisées à des problèmes tels que l'épidémiologie, la pollution de l'eau et l'écotoxicologie, la gestion des ressources et la bioéconomie, enfin la planification de l'utilisation des sols. Des diplômés qui ont suivi ces cours appliquent maintenant ces méthodes dans des universités et des établissements publics du monde entier. Des ateliers internationaux suivant le modèle de ces cours ont été organisés par des diplômés et ont eu lieu au Nigéria, en Argentine et au Mexique, et d'autres sont prévus en Asie et dans tout le tiers monde.

58. Des capacités améliorées au service de l'examen et de l'évaluation des politiques par les organes de décision à tous les niveaux sont essentielles pour la conception d'un plan intégré d'utilisation des sols à l'appui du développement durable. Parmi les conditions indispensables à une évaluation utile des politiques, il faut citer une information exacte sur l'état actuel des sols et leur capacité potentielle de répondre aux divers besoins de la société, notamment : production agricole, sources d'énergie, ressources minérales, approvisionnement abondant en eau potable, nature et protection, loisirs et tourisme. L'apport de la formation et des instruments analytiques nécessaires pour procéder à un examen et à une évaluation des politiques peut contribuer beaucoup à une gestion intégrée des terres.

D. Investissement public direct dans la protection des ressources

59. La nécessité urgente de mettre fin à des utilisations non viables des terres avant qu'elles n'entraînent une dégradation permanente de leur capacité de nourrir des populations humaines peut souvent exiger une intervention du secteur public pour la promotion d'utilisations viables des terres. La menace contre les zones peuplées et les terres productives causée par la dégradation de régions éloignées a toujours incité les pouvoirs publics à faire d'importants investissements dans des régions économiquement marginales, qui ont des retombées positives directes et indirectes sur les régions plus peuplées et économiquement plus robustes. Par exemple, les investissements massifs dans l'infrastructure de digues et de canaux effectués pendant des siècles par les pouvoirs publics aux Pays-Bas protègent les villes et les terres agricoles loin des endroits où les investissements ont effectivement lieu. De même, le Gouvernement chinois a financé de vastes programmes de plantation d'arbres dans des régions semi-arides pour prévenir l'érosion éolienne qui pose de graves problèmes de pollution dans de grandes régions urbaines à l'Est. Le soutien des prix agricoles rend possible des entrées

suffisantes de ressources dans les régions marginales pour permettre des pratiques agricoles viables au lieu d'une dégradation constante des sols. Ce soutien des prix peut être nécessaire aussi pour faciliter une transition de pratiques agricoles non viables à des méthodes viables qui deviendront autonomes au bout d'un certain temps. Des investissements directs dans des aménagements spécifiques à l'appui de l'économie des régions marginales sont peut-être souvent la solution la plus rentable aux problèmes posés par un emploi non viable des terres.

60. Un autre type d'investissement public qui favorise l'utilisation durable des terres est la création d'instituts de recherche qui s'occupent des problèmes propres aux régions marginales, comme ceux qui ont trait à l'agriculture viable, à la foresterie, à l'activité minière et à l'usage d'autres ressources. Quand ces instituts sont situés dans les régions marginales elles-mêmes, ils servent en outre cet objectif important qu'est le développement de l'éducation et de l'infrastructure locales. Ce type d'investissement public direct est particulièrement bienvenu dans les cas où la formule du marché à court terme qui motive le secteur privé n'aborde pas ou ne peut pas efficacement aborder les problèmes de l'utilisation des terres. Il est alors essentiel que le gouvernement central dispose de l'information et des instruments nécessaires à une évaluation des politiques lui permettant de prendre des décisions à l'appui d'une utilisation intégrée des terres et du développement durable.

E. Programme pour l'avenir

61. Malgré l'existence de solutions scientifiques et technologiques à nombre des problèmes d'utilisation des terres dans le monde entier, la plupart de ces problèmes demeurent et, en réalité, s'aggravent. Nombreuses sont les tentatives précédentes de gestion et de planification de l'affectation des terres qui ont échoué parce qu'elles partaient d'une vision trop étroite et ne tenaient pas compte de tous les facteurs en jeu dans le développement durable. Le Groupe d'étude tient donc à souligner l'importance d'une approche globale et intégrée de la planification et de la gestion de l'utilisation des terres comme base d'une application constructive de la science et de la technologie.

62. Les technologies, qu'elles soient avancées ou traditionnelles, ont un rôle essentiel à jouer dans une planification et une gestion intégrées de l'utilisation des terres. Le Groupe d'étude a distingué quatre formules pratiques destinées à appuyer le transfert de technologie et la création de capacités humaines : 1) coopération aux niveaux national et intergouvernemental; 2) partenariats privés/publics; 3) appui à une formation et à une technologie ciblées; 4) investissement public direct dans la protection des ressources.

63. Chacun des modes d'approche ci-dessus peut servir à étayer toute une série de programmes de transfert de technologie et de création de capacités. Un programme de gestion intégrée d'utilisation des terres devrait comprendre les éléments de base ci-après, dont chacun exige l'intervention de technologies appropriées pour répondre à des besoins spécifiques :

a) Information - Une information exacte sous une forme utilisable est indispensable aux parties intéressées à tous les niveaux de la société (voir section 2.1). Par exemple, la télévision et la radio peuvent donner aux utilisateurs locaux des terres des renseignements sur la météorologie et les cultures, tandis que les satellites et les ordinateurs établissent des cartes et des analyses à l'intention des planificateurs gouvernementaux.

b) Participation - La participation effective de toutes les parties intéressées, y compris les pauvres, les femmes et les minorités, est indispensable à une utilisation durable des terres. Par exemple, les technologies de communication peuvent favoriser les dialogues locaux, régionaux et nationaux, tandis que des technologies interactives de l'évaluation peuvent contribuer à la formation d'un consensus à tous les niveaux de la société.

c) Initiative - L'engagement de pratiquer des utilisations durables des terres n'existe qu'à partir du moment où les utilisateurs de la terre ont l'assurance de recevoir les avantages futurs de cette pratique. Les technologies d'appui comprennent les satellites de navigation qui peuvent aider à déterminer la propriété des terres et les limites des biens fonciers, ainsi que l'accès à une information qui permette de prendre des décisions au niveau local.

d) Facilitation - L'application effective d'un aménagement intégré des terres exige l'appui d'un cadre cohérent de règlements, de structures de marché et d'organes sectoriels travaillant en coopération à atteindre les mêmes buts aux niveaux régional et national. Par exemple, il est largement reconnu que l'enseignement public et professionnel est indispensable au développement durable.

64. Les problèmes de l'aménagement des terres, les besoins et les solutions sont propres à chacun des pays. Le Groupe d'étude recommande que les principes exposés dans ce rapport soient élaborés plus en détail pour donner des lignes directrices précises en vue de l'application de technologies propres à étayer un aménagement intégré des terres. Au niveau international, la Commission du développement durable et la Commission de la science et de la technique au service du développement pourraient envisager d'instituer un groupe de travail commun, avec la participation d'experts en technologie et de donateurs, chargé de concevoir un ensemble de lignes directrices générales dont les groupes de planification d'une technologie intersectorielle se serviraient pour déterminer les besoins technologiques spécifiques et suivre les progrès accomplis vers une gestion intégrée des terres. Les commissions examineraient, à leurs sessions respectives, en 1997, ces lignes directrices qui, une fois adoptées, serviraient de cadre, au niveau national, pour faciliter la coopération entre les organes sectoriels, les ONG et les donateurs, en vue d'une répartition et d'une utilisation efficaces de ressources technologiques.

ANNEXE

Annexe I

EXEMPLES D'APPLICATIONS DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE
AU SERVICE D'UNE GESTION INTEGREE DES TERRES

La liste ci-après renferme quelques exemples des domaines où la science et les technologies peuvent apporter des contributions immédiates à la gestion intégrée des terres. Elle peut servir de base à une programmation constructive et à des projets d'assistance technique :

- Télédétection en vue de créer une base pour planifier et suivre l'utilisation des terres;
- Suivi de l'environnement;
- Création de Systèmes d'information géographique (SIG) de base;
- Evaluation de l'impact sur l'environnement;
- Création et diffusion d'espèces et variétés supérieures;
- Réduction et utilisation des sous-produits;
- Récupération et remise en état des terres;
- Gestion de la faune et de la flore;
- Aménagement des sols;
- Usage efficace des ressources en terre et réduction des déchets;
- Echange d'informations au moyen de réseaux;
- Formation de consensus;
- Sensibilisation;
- Etablissement d'un cadastre et d'un registre foncier;
- Recyclage de l'eau;
- Modélisation de systèmes pour l'approvisionnement en eau, l'irrigation, etc.;
- Collecte, stockage, recherche et diffusion de l'information;
- Prévention des catastrophes naturelles;
- Systèmes de lutte phytosanitaire;
- Technologies de rechange pour la production d'énergie;

- Dispositions relatives à l'information sur les marchés;
- Utilisation des terres en milieu urbain et en milieu rural et planification des peuplements humains;
- Lutte contre la pollution.

Annexe II

LISTE DES MEMBRES DU GROUPE D'ETUDE

- Président : J. Dhar
Indian National Science Academy
New Delhi (Inde)
- Membres : Mohd. Nordin Hassan
Institute for Environment and Development
Selangor (Malaisie)
- Amado R. Maglinao
Philippine Council for Research and Development
Laguna (Philippines)
- T. Mteleka
Ministry of Science, Technology and Higher Education
Dar es-Salaam (République-Unie de Tanzanie)
- Gabriel Roveda
Corporation of Agriculture Research Institute
Mosquera (Colombie)
- Hilal A. Raza
Hydro Carbon Development Institute of Pakistan
Islamabad (Pakistan)
- George Waardenburg
Ministère des affaires étrangères
La Haye (Pays-Bas)
- Xuan Zengpei
Commission d'Etat pour la science et la technologie
Beijing (Chine)
- Experts : Hendrik Breman
Centre de recherche agrobiologique
Wageningen (Pays-Bas)
- Michael Huston
Oak Ridge National Laboratory
Oak Ridge, Tennessee (Etats-Unis d'Amérique)
- D. Sims
FAO, Rome (Italie)
- Secrétariat : Kwaku Aning
Division de la science et de la technologie/CNUCED
- Hiroko Morita-Lou
Division du développement durable/Division de la coordination
des politiques et du développement durable

Annexe III

BIBLIOGRAPHIE

General References

- Berg, E.J. (1993). Rethinking Technical Cooperation: Reforms for Capacity-Building in Africa. Regional Bureau for Africa, UNDP, and Development Alternatives, Inc. UNDP, New York.
- Ellis, J. and K.A. Galvin. 1994. Climate patterns and land-use practices in the dry zones of Africa. *BioScience* 44: 340-349.
- FAO. (1992). Protect and Produce: Putting the Pieces Together. FAO Land and Water Development Division, Rome.
- FAO. (1990). How Good the Earth? Quantifying Land Resources in Developing Countries - FAO's Agro-ecological Zones Studies. FAO Land and Water Development Division, Rome.
- FAO. Land Evaluation for Development. FAO, Rome.
- FAO. (1993). Guidelines for Land-Use Planning. FAO Development Series 1. FAO, Rome.
- FAO. (1994). Towards International Classification Systems for Land Use and Land Cover. A Preliminary Proposal prepared for UNEP and FAO, March 1994.
- Fresco, L.O., and S.B. Kroonenberg. 1992. Time and Spatial Scales in Ecological Sustainability. *Land Use Policy*, July 1992, pp. 155-168.
- Hengsdijk, H. and G. Kruseman. 1993. Operationalizing the DLV Program: an integrated agro-economic and agro-ecological approach to a methodology for analysis of sustainable land use and regional agricultural policy. CABO-DLO, Wageningen, The Netherlands.
- Huston, M. (1993). Biological diversity, soils, and economics. *Science* 262: 1676-1680.
- Huston, M. (1994). Biological Diversity: The Coexistence of Species on Changing Landscapes. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hyams, E. (1952), *Soil and Civilization*. Thames and Hudson, London.
- IRRI. Systems analysis and simulation for rice production (SARP). From training to collaborative research. CABO-DLO, IRRI and TPE-WAU, Wageningen, The Netherlands
- Jacobs, J. (1984). *Cities and the Wealth of Nations: Principles of Economic Life*. Random House, New York.
- Keulen, H. van, and J. Wolf (eds.). 1986. Modeling of Agricultural Production: Weather, Soils, and Crops. Simulation Monographs, PUDOC, Wageningen, The Netherlands.
- Keulen, H. (1993) Options for agricultural development: a new quantitative approach. In: Systems approaches for agricultural development (Penning de Vries, F.W.T., P. teng and K. Metselaar, eds). Proc. of the International Symposium on Systems Approaches for Agricultural Development, Bangkok, Thailand.

Kruseman, G., H. Hengsdijk, and R. Ruben (1993), Disentangling the concept of sustainability: Conceptual definitions, analytical framework and operational techniques in sustainable land use, DLV-report no.2, 61 pp., Wageningen, The Netherlands

Kruseman, G., H. Hengsdijk, and R. Ruben. 1993. Disentangling the Concept of Sustainability: Conceptual definitions, analytical framework and operational techniques in sustainable land use. DLV Report No. 2, CABO-DLO, Wageningen, The Netherlands.

Nationale Adviesraad voor ontwikkelingssamenwerking (1993), Advies milieu: een mondiale zorg. Naar een politiek van duurzame ontwikkeling. Nr. 101, Distributiecentrum DOP, 141 pp.

Parungo, F. et al. (1994). Forest plantations reduce dust storms in China. Geophysical Review Letters, June 1, 1994.

Penning de Vries, F.W.T., D.M. Jansen, H.F.M. ten Berge and A. Bakema (1989). Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops. Simulation Monographs 29, PUDOC, Wageningen, the Netherlands.

Penning de Vries, F.W.T., H.H. van Laar, and M.J. Kropff, eds. (1991). Simulation and Systems Analysis for Rice Production (SARP). Pudoc, Wageningen. 269 pp.

Pierce, D., E. Barbier, and A. Markandya. (1990). Sustainable Development: Economics and Environment in the Third World. Edward Elgar, England.

Saveneije, H., and H. Huisman (1991), Making haste slowly: strengthening local environmental management in agricultural development. Royal Tropical Institute- (Development oriented research in agriculture: 2) 239 pp.

Schmidt-Thom, M., M. von Hoyer, J. Lietz, and W. Lorenz. (1993). Environmental geology and cooperation with developing countries. Zeitschrift für angewandte Geologie 39/1: 1-8.

de Wit, C.T., H. Huisman and R. Rabbinge (1987), Agriculture and its environment: Are there other ways?, Agricultural systems 23 (1987) 211-236

de Wit, C.T. (1992), Resource use efficiency in agriculture, Agricultural systems 40: 125-151

Regional References

Southeast Asia

FAO. (1990). Indonesia: Phased Land-Use Planning for Transmigration. Page 33 IN Land Evaluation for Development. FAO, Rome.

FAO. (1990). Indonesia: Computerized Land Evaluation. Page 35 IN Land Evaluation for Development. FAO, Rome.

FAO. (1990). Land Planning in the Philippines. Page 31 IN Land Evaluation for Development. FAO, Rome.

Pierce, D., E. Barbier, and A. Markandya. (1990). Sustainable Development in the upper Watersheds of Java. Pages 67-90 IN Sustainable Development: Economics and Environment in the Third World. Edward Elgar, England.

Pierce, D., E. Barbier, and A. Markandya. (1990). Sustainable Forest Management in the Outer Islands of Indonesia. Pages 91-116 IN Sustainable Development: Economics and Environment in the Third World. Edward Elgar, England.

Siebenhuner, M., P. H. Silitonga, A. Sudradjat, and M. Toloczyki. (1993). Environmental Geology for Landuse and Regional Planning - Greater Bandung Area, Indonesia. Federal Institute for Geosciences and Mineral Resources, Hannover, Germany.

Africa

Blokland, A., and F. van der Staaij (1992), Sustainable development in semi-arid sub-Saharan Africa. Poverty and development no. 4, Ministry of foreign affairs, 100 pp.

Botswana. (1989). Soils and Land Suitability for Arable Farming of South-east District, Botswana. Government of Botswana/FAO Project BOT/85/011, Field Document 3.

Breman, H. and C.T. de Wit (1983). Rangeland productivity and exploitation in the Sahel. Science, Vol. 221 Number 4618.

Breman, H. (1990) Integrating crops and livestock in southern Mali: rural development or environmental degradation? In: Theoretical Production Ecology: Reflections and Prospects (Rabbinge et al., eds.), Simulation Monographs 34, Pudoc, Wageningen

Cane, M.A., et al. (1994). El Nino warming predicts drought in South Africa. Nature, July 21, 1994.

Cathie, J., and H. Dick. (1987). Food Security and Macroeconomic Stabilization: A Case Study of Botswana. Mohr, Tübingen, Germany.

FAO. (1986). African Agriculture: The Next 25 Years. FAO, Rome.

FAO. (1992). Ethiopia: Winning the Fight to Save the Land. Page 25 IN Protect and Produce: Putting the Pieces Together. FAO, Rome.

FAO. (1990). Ethiopia: A Cautionary Tale. Page 27 IN Land Evaluation for Development. FAO, Rome.

FAO. (1992). Morocco: Turning Back the Sand. Page 27 IN Protect and Produce: Putting the Pieces Together. FAO, Rome.

FAO. (1992). Comorro Islands: A Natural Recipe for Repair. Page 29 IN Protect and Produce: Putting the Pieces Together. FAO, Rome.

FAO. (1992). Lesotho: Land Users Learn to Help Themselves. Page 235 IN Protect and Produce: Putting the Pieces Together. FAO, Rome. FAO. (1992).

FAO. (1990). Tanzania: Land-Use Planning in Practice. Page 23 IN Land Evaluation for Development. FAO, Rome.

FAO. (1990). Mauritius: Mapping Agricultural Suitability. Page 25 IN Land Evaluation for Development. FAO, Rome.

FAO. (1990). Kenya: Land Suitability for Nomadic Grazing. Page 29. IN Land Evaluation for Development. FAO, Rome.

Harvey, C., and S.R. Lewis, Jr. (1990). Policy Choice and Development Performance in Botswana. MacMillan, in association with the OECD Development Centre, London.

Keulen, van H., and H. Breman, (1990). Agricultural development in the West African Sahelian region: a cure against land hunger. Agriculture, Ecosystems and Environment, 32 (1990) 177-197.

Mteleka, T. (1994). Tanzania Case Study of the Role of Science and Technology on Land Management. Country Report from member of UN Commission for Science and Technology for Development.

Penning de Vries, F.W.T, and M.A. Djiteye (1982). La productivite des paturages sahelien. Agricultural Research Report 918. Pudoc, Wageningen, 525 pp.

Pierce, D., E. Barbier, and A. Markandya. (1990). Sustainable Development in Botswana. Pages 150-167 IN Sustainable Development: Economics and Environment in the Third World. Edward Elgar, England.

Pierce, D., E. Barbier, and A. Markandya. (1990). Natural Resources in the Economy of the Sudan. Pages 117-149 IN Sustainable Development: Economics and Environment in the Third World. Edward Elgar, England.

Sims, D. (1981). Agroclimatological Information, Crop Requirements, and Agricultural Zones for Botswana. Gaborone, Botswana.

Tanzania. (1991). National Report for the 1992 United Nations Conference on Environment and Development (UNCED).

Veeneklaas, F.R., S. Cisse, P.A. Gosseye, N. van Duivenbooden and H. van Keulen (1991). Competing for limited resources: The case of the fifth region of Mali. Development scenarios. report no. 4, CABO-DLO and ESPR, Mopti, Mali.

Wolf, J., H. Breman, and H. van Keulen. 1991. Bio-economic capability of West-African Drylands. CABO, Wageningen, The Netherlands

Asia

Breman, H. (1987). The struggle of the green against the yellow dragon: The Chinese approach to desertification control and its usefulness for the Sahel. CABO, Wageningen.

China. (1994). Land Management in China: Achievements and Challenges. Country Report from member of UN Commission for Science and Technology for Development.

FAO. (1992). China: Reclaiming the Loess Plateau. Pages 14-17 IN Protect and Produce: Putting the Pieces Together. FAO, Rome.

Pakistan. (1994). Fourteen Issues for Land Use Planning. Country Report from member of UN Commission for Science and Technology for Development.

Pierce, D., E. Barbier, and A. Markandya. (1990). Natural Resources and Economic Development in Nepal. Pages 168-189 IN Sustainable Development: Economics and Environment in the Third World. Edward Elgar, England.

Sansom, G.B. (1931). Japan: A Short Cultural History. Charles E. Tuttle, Rutland, Vermont and Tokyo, Japan.

Sato Nobuhiro (1769-1850). Various works cited IN Sources of Japanese Tradition, (1958). R. Tsunoda, W.T. de Bary, D. Keene (eds.). Columbia University Press, New York.

Latin America

FAO. (1992). Costa Rica: A Model Site for Conservation. Page 21 IN Protect and Produce: Putting the Pieces Together. FAO, Rome.

FAO. (1992). Brazil: Terraces are Not Enough. Page 23 IN Protect and Produce: Putting the Pieces Together. FAO, Rome.

Colombia. (1994). Some Problems Caused by Inappropriate Land Management in Latin America and Columbia. Country Report from member of UN Commission for Science and Technology for Development.

Pierce, D., E. Barbier, and A. Markandya. (1990). Sustainable Management of Amazonia. Pages 190-209 IN Sustainable Development: Economics and Environment in the Third World. Edward Elgar, England.

- - - - -