

UNE
SCIENCE
TERRE À TERRE

Science, technologie et
gestion intégrée des terres

Archival copy

IDRC

UNE SCIENCE TERRE À TERRE

UNE SCIENCE TERRE À TERRE

**Science, technologie et
gestion intégrée des terres**

*Groupe d'étude de la
gestion intégrée des terres*

*Commission des sciences et de la technique
au service du développement
des Nations Unies*

*(assisté par le Secrétariat de la
Conférence des Nations Unies pour
le commerce et le développement)*

Publié par le Centre de recherches pour le développement international
BP 8500, Ottawa (Ontario) Canada K1G 3H9

© Nations Unies 1997

Données de catalogage avant publication (Canada)

Nations Unies. Commission des sciences et de la technique au service du développement. Groupe d'étude de la gestion intégrée des terres

Une science terre à terre : science, technologie et gestion intégrée des terres

Traduction de : On solid ground.

Comprend des références bibliographiques.

ISBN 0-88936-827-9

1. Sol, Utilisation du — Gestion.

2. Sol, Utilisation du — Planification.

3. Développement durable.

I. Centre de recherches pour le développement international (Canada).

II. Titre.

III. Titre : Science, technologie et gestion intégrée des terres.

HD111.U5714 1997

333.73'17

C97-980160-5

Disponible sur microfiches.

Tous droits réservés. Cette publication ne peut être photocopiée ou reproduite, stockée dans un système de recherche documentaire ou transmise par des moyens électroniques, mécaniques ou autres sans l'autorisation préalable du Centre de recherches pour le développement international et de la Conférence des Nations Unies pour le commerce et le développement.

Les Éditions du CRDI s'appliquent à produire des publications qui respectent l'environnement. Le papier utilisé est recyclé et recyclable; l'encre et les enduits sont d'origine végétale.

Table des matières

Préface — <i>Oscar Serrate</i>	vii
Avant-propos — <i>J. Dhar</i>	ix
Remerciements	xi
Introduction.	
Importance des sciences et de la technologie dans la gestion des terres	
— <i>Michael Huston</i>	1
Contraintes fondamentales pesant sur l'utilisation des terres	4
Rôle des technologies de l'information	14
Chapitre 1.	
Gestion intégrée des terres : défis et possibilités	15
Éléments d'une approche intégrée de la gestion des terres	16
Problèmes causés par une mauvaise gestion des terres	17
Chapitre 2.	
Apport de la science et de la technologie à la gestion intégrée des terres ..	23
Sciences et technologies de l'information	24
Sciences et technologies d'évaluation	29
Sciences et technologies d'application	32
Technologies et infrastructure d'appui	34
Chapitre 3.	
Entraves à la gestion intégrée des terres	37
Manque d'accès à l'information et à la technologie	38
Lacunes de l'infrastructure institutionnelle	40
Formes non viables d'exploitation des terres	41
Conflits entre les objectifs d'utilisation des terres	44

Chapitre 4.	
Conclusion et recommandations : transfert de technologies et création de capacités	49
Coopération intragouvernementale et intergouvernementale.	50
Partenariats entre le secteur privé et le secteur public.	52
Programmes ciblés de formation et de soutien technologique.	54
Investissements publics directs dans la protection des ressources.	56
Programme d'avenir	57
 Annexe 1.	
Groupe d'étude de la gestion intégrée des terres	59
 Annexe 2.	
Application de la science et de la technologie à la gestion intégrée des terres	63
 Annexe 3.	
Sigles et acronymes	65
 Bibliographie	67

Préface

L'histoire de l'humanité est intimement liée à l'utilisation qui a été faite de la surface de la Terre. Dans les premiers temps, la nature des établissements humains était déterminée par des variables inconnues et l'environnement. Aujourd'hui, à l'aube du troisième millénaire, l'expansion débridée des établissements humains transforme l'environnement et met gravement en péril la viabilité de la planète. L'activité humaine est sans doute l'une des principales causes de l'infertilité des sols, des changements climatiques, de l'altération de la beauté des paysages naturels et du déclin de la biodiversité. Alors qu'au commencement la nature se dressait contre l'humanité, aujourd'hui, il semble que l'humanité fasse peser une menace sur la nature.

À l'aube du XXI^e siècle, nous avons redécouvert la nécessité d'envisager de façon holistique et harmonieuse nos relations avec la Terre. Si la Terre ne doit pas nous dominer, elle ne doit pas non plus être asservie. La Terre est un jardin qui doit être entretenu, mais il n'est pas de jardins sans jardiniers.

La gestion intégrée des terres est une approche holistique qui a été repensée dans une perspective pluridimensionnelle faisant appel à des mesures préventives et curatives. Elle repose sur le recensement des espèces et de leurs besoins. À partir de là, on évalue avec soin les choix qui s'offrent pour l'humanité et pour la nature afin de retenir ceux qui satisfont à long terme les besoins de tous, et de trouver des solutions propres à résoudre les problèmes humains, économiques et environnementaux.

Outil de développement durable, la gestion intégrée des terres est aussi une nouvelle manière de penser. Elle doit beaucoup à l'esprit de la Conférence de Rio, qui conduisit, en 1992, à l'extraordinaire plan Action 21 — symbole d'un nouveau paradigme issu du consensus de plus de 180 pays déterminés à

inverser la dangereuse tendance de l'exploitation destructrice des ressources de la planète.

La gestion intégrée des terres et la participation sont indissociables; tous doivent participer, depuis les gens de la base jusqu'aux dirigeants d'une région ou d'un pays. La gestion intégrée des terres met à profit les connaissances scientifiques et sociales et la sagesse des collectivités locales, des peuples indigènes, des femmes et d'autres qui, pendant des siècles, ont élaboré des stratégies de vie et de survie et se sont préoccupés de l'avenir de leur mère la Terre.

La gestion intégrée des terres et l'information sont aussi des concepts inséparables, mais ils devraient pouvoir s'appuyer sur des liens plus étroits entre le Nord et le Sud et l'Est et l'Ouest. Ces liens conduiront à de nouvelles façons de communiquer les expériences et les technologies et à une solution planétaire dans un monde devenu si petit qu'un problème mineur touchant aujourd'hui une partie de la planète peut mettre en péril l'avenir de l'humanité.

Alors que les solutions scientifiques et techniques existent bel et bien et que les problèmes ne cessent de s'aggraver, n'est-il pas temps de renoncer à des perspectives par trop étroites? Il semble que nous n'ayons d'autre choix que d'accélérer le virage au profit de la gestion intégrée des terres.

La Commission de la science et de la technique au service du développement (CSTD) a reconnu l'importance du rôle qu'elle pouvait jouer dans la promotion d'une approche intégrée de la gestion des terres. La présente publication est le fruit du travail du Groupe d'étude de la gestion intégrée des terres de la CSTD, qui a bénéficié de la participation d'experts de nombreux pays et d'organisations du système des Nations Unies. Notre but était de contribuer aux efforts de tous ceux qui, partout au monde, sont préoccupés par l'avenir de la planète.

Oscar Serrate

Président

*Commission de la science et de la technique
au service du développement*

Avant-propos

Adopté en 1992, lors de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement de Rio de Janeiro, au Brésil, le programme Action 21 présente une analyse des problèmes de la déforestation, de la désertification, de la sécheresse, de l'aménagement des terrains montagneux, de l'agriculture, du développement rural et de la biodiversité, qui est précédée d'un aperçu d'une « approche intégrée de la planification et de la gestion des ressources terrestres » (Nations Unies, 1992). En 1995, le chapitre 10 a été revu lors de la troisième session de la Commission du développement durable (CDD), dans le cadre du premier cycle du programme de travail pluriannuel de la CDD.

À sa première session, en 1993, la Commission de la science et de la technique au service du développement (CSTD) a choisi pour ses groupes d'étude trois thèmes de travail pour la période d'intersession allant de 1993 à 1995. Comme la CSTD considère que la gestion intégrée des terres est un domaine dans lequel la science et la technologie peuvent jouer un rôle non négligeable, la contribution de la science et de la technologie à une approche intégrée de la gestion des terres a été choisie comme thème de travail de l'un des trois groupes, le Groupe d'étude de la gestion intégrée des terres. En 1994, alors que les travaux du Groupe d'étude progressaient, le Conseil économique et social a invité différents organes délibérants à nouer des liens plus étroits, ce qui a incité le Groupe d'étude à coopérer avec la CDD.

Le Groupe d'étude s'est réuni à trois reprises en 1994-1995. Formé d'experts de la Chine, de la Colombie, des États-Unis, de l'Inde, de la Malaisie, de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, du Pakistan, des Pays-Bas, des Philippines et de la Tanzanie, le Groupe était bien équilibré : il comprenait à la fois des spécialistes de la gestion des terres et des

membres de la CSTD ayant une vision plus large des politiques scientifiques et techniques. Le personnel du Secrétariat de la CSTD et du CDD a apporté au Groupe d'étude un précieux concours sur le plan technique et à d'autres égards.

Conformément au calendrier établi, le Groupe d'étude de la gestion intégrée des terres a terminé son travail en janvier 1995, à temps pour participer, en février 1995, à la réunion du Groupe de travail spécial intersession sur les questions sectorielles de la CDD. Le rapport du Groupe d'étude — qu'il m'a été donné de présenter, en ma qualité de président — a été bien accueilli et a été mis à profit dans les délibérations du Groupe de travail. Le rapport du Groupe d'étude a été de nouveau mis à la disposition de la CDD à sa session d'avril 1995 et présenté à la deuxième session de la CSTD, en mai 1995.

Cette heureuse coopération entre la CSTD et la CDD est un exemple à suivre et devrait inciter les deux commissions à œuvrer encore de concert.

J. Dhar

*Président, Groupe d'étude de la gestion intégrée des terres
Commission de la science et de la technique au service
du développement*

Remerciements

La présente publication est le fruit de deux ans d'efforts soutenus du Groupe d'étude de la gestion intégrée des terres de la Commission de la science et de la technique au service du développement (CSTD) des Nations Unies. En ma qualité de président, j'aimerais exprimer ma reconnaissance aux membres du Groupe (voir l'annexe 1) qui ont participé activement à cette entreprise et mis à contribution leur compétence et leur expérience. J'aimerais remercier Michael Huston, qui, en plus de collaborer à la préparation de la documentation qui a facilité le travail du Groupe, a fait la synthèse des travaux, contribuant ainsi à assurer la qualité générale du document. Je veux également dire merci à Hendrik Breman et à Denis Sims, dont le savoir-faire et les interventions judicieuses ont aidé à structurer et à orienter les discussions du Groupe.

Je tiens à remercier spécialement le gouvernement des Pays-Bas, et plus particulièrement son ministère des Affaires étrangères, pour le généreux appui financier, sans lequel ce travail n'aurait pu être mené à bien. Merci aussi à l'Institut des technologies nouvelles de l'Université des Nations Unies, qui a été l'hôte d'une réunion du Groupe d'étude et au Centre de recherches pour le développement international (CRDI) du Canada pour son aimable coopération et son soutien dans la réalisation de la présente publication.

Il me fait également plaisir de souligner à cette occasion l'étroite collaboration entre la Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement (CNUCED) et le Département de la coordination des politiques et du développement durable (DCPDD) des Nations Unies, qui assurent respectivement le Secrétariat de la CSTD et de la Commission du développement durable (CDD) : cette coopération a facilité le travail du Groupe. J'aimerais enfin exprimer ma gratitude au personnel des deux

Secrétariats pour leur appui, avec une mention spéciale pour Kwaku Aning, de la CNUCED, et Hiroko Morita-Lou, du DCPDD, qui ont travaillé en étroite collaboration avec moi et les autres membres du Groupe d'étude. Grâce à leur concours, nous avons atteint nos objectifs.

J. Dhar

*Président, Groupe d'étude de la gestion intégrée des terres
Commission de la science et de la technique au service
du développement*

Importance des sciences et de la technologie dans la gestion des terres

Michael Huston

Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, É.-U.

La relation entre la science et la technologie n'est pas sans évoquer la relation entre la compréhension de la cause d'un problème et l'adoption de mesures pour le résoudre. Nul ne peut résoudre un problème sans en comprendre la cause, mais il ne suffit pas de comprendre la cause d'un problème pour le résoudre. La technologie peut être considérée comme l'application de connaissances scientifiques à la résolution de problèmes humains.

Pour aborder les aspects techniques d'une question, il faut que la question soit assez bien comprise du point de vue scientifique pour qu'on puisse cerner les causes des problèmes et envisager des solutions. À l'heure actuelle, il est devenu plus important d'élaborer et d'appliquer des technologies de gestion intégrée des terres (GIT) que d'approfondir les recherches. Dans la majorité des cas, nous disposons de connaissances scientifiques assez étendues pour entrevoir des solutions aux grands problèmes qui menacent la viabilité de nos systèmes agricoles, industriels, sociaux et économiques. Si l'on ne peut nier l'utilité de recherches scientifiques complémentaires pour améliorer les

technologies d'exploitation durable de certaines ressources (et prévoir, déceler et atténuer les effets négatifs de la technologie — les effets des chlorofluorocarbures, par exemple), il faut toutefois mentionner que nous possédons déjà les connaissances scientifiques voulues pour dissiper les principales menaces qui pèsent sur la viabilité de la planète. Il ne nous manque que la volonté politique et des infrastructures pour appliquer des solutions technologiques connues.

Le présent document énumère les principales technologies (et les sciences correspondantes) nécessaires à une approche intégrée de la gestion des terres. L'efficacité de la GIT est essentielle à la viabilité de l'environnement et des ressources naturelles. Tirant profit de l'expérience de divers pays, les membres du Groupe d'étude de la gestion intégrée des terres ont répertorié les principaux besoins technologiques à combler pour instaurer une gestion durable des terres, les obstacles à l'application de technologies de gestion reconnues ainsi que des stratégies pour les surmonter.

Si les recommandations que nous formulons ici doivent être suffisamment larges pour s'appliquer à un grand nombre de situations différentes, il ne faut pas oublier que la majorité des problèmes de gestion des terres, et, par le fait même, leurs solutions, présentent des caractéristiques locales propres. Ce qui marche dans un pays ou dans des conditions données ne marche pas nécessairement dans d'autres pays, ni dans d'autres conditions. Pour parvenir à une gestion durable des terres, il est impératif de comprendre ces différences locales et d'en tenir compte. Les observations qui suivent portent sur certains aspects de ces variations locales et peuvent mettre en lumière les défis et les possibilités d'une gestion durable des ressources de la Terre.

Le terme « sustainability », que nous rendons en français par viabilité ou durabilité, selon le contexte, a été appliqué à plusieurs choses, sans toutefois être défini avec rigueur (Kruseman *et al.*, 1993). Il renvoie à un certain nombre d'éléments qui sont associés à la préservation et à l'amélioration de tous les aspects de la condition humaine, de la santé à la sécurité économique en passant par la qualité de l'environnement. En ce sens, la viabilité suppose :

- le maintien de conditions et de niveaux souhaitables de production de certains biens naturels et manufacturés ;

- la conversion efficiente de matières premières en produits finals, avec un minimum de déchets ;
- le maintien à un niveau moyen des conditions et des taux de production souhaitables ;
- le retour à des conditions et à des taux de production souhaitables après de graves perturbations (Fresco et Kroonenberg, 1992).

Ces aspects de la viabilité s'appliquent à tous les niveaux, du lopin de terre à l'ensemble de la planète, et à des questions aussi diverses que l'évolution des écosystèmes ou la productivité agricole et industrielle. Bien que certains facteurs soient plus importants à certains niveaux ou dans certains domaines, des similitudes frappantes s'observent à tous les niveaux. Il est admis que le maintien des fonctions des écosystèmes est essentiel à la santé économique (OSTP, 1994) et que l'augmentation de la population mondiale amplifie les problèmes locaux au point de leur donner une dimension planétaire.

Dans les grandes menaces pesant sur la viabilité de la planète, on retrouve aujourd'hui nombre des facteurs qui ont entraîné au cours de l'histoire l'effondrement d'États et la disparition de civilisations. En effet, deux raisons sont à l'origine de l'effondrement des civilisations :

- la destruction par les sociétés elles-mêmes de leur base de ressources, et plus particulièrement les sols nécessaires à l'agriculture ;
- l'apparition de fluctuations climatiques auxquelles les sociétés ne se sont pas adaptées assez rapidement (Hyams, 1952).

Les sols se forment naturellement, mais à un rythme si lent qu'il y a lieu de les considérer comme des ressources non renouvelables. Les fluctuations climatiques — dont témoignent sur un cycle court les sécheresses et les inondations et, sur des cycles plus longs, les périodes glaciaires — sont un phénomène de notre planète qui continuera de se manifester, avec ou sans intervention humaine.

Par bonheur, nous avons les connaissances et les moyens techniques voulus pour prévenir la destruction des sols et même améliorer certaines de leurs propriétés essentielles, mais encore faut-il que la volonté politique et sociale permette de passer à l'action. Grâce à notre connaissance des processus naturels et aux moyens techniques dont nous disposons, nous

pouvons parvenir à atténuer les effets négatifs des fluctuations climatiques à court terme et, grâce à l'amélioration constante des prévisions météorologiques, nous renforcerons notre capacité d'adaptation à ces variations naturelles des conditions du milieu.

Contraintes fondamentales pesant sur l'utilisation des terres

La principale difficulté que soulève l'application de moyens techniques à la solution de problèmes environnementaux, sociaux ou économiques tient à la grande diversité spatiotemporelle des conditions du milieu. Telle technologie qui fait merveille en un lieu peut se révéler totalement inefficace ailleurs. De même, ce qui marche pendant 10 ans ne donnera pas forcément de bons résultats sur 20 ans. Pour mettre la technologie au service de la viabilité, il nous faut d'abord connaître à fond les conséquences des variations spatiotemporelles des sols et du climat. En l'absence des connaissances scientifiques et des technologies de l'information pour interpréter et diffuser ce savoir, il sera pour ainsi dire impossible d'appliquer efficacement la GIT et les technologies d'utilisation des terres.

Comme la viabilité s'applique avant tout à l'exploitation des ressources dans l'agriculture, l'industrie et la société, la planification de la viabilité doit s'appuyer sur une connaissance de la répartition actuelle de ces ressources. La répartition mondiale des ressources naturelles impose à toutes les formes de développement et de viabilité des limites qui ne sont pas nécessairement liées à la répartition de la technologie, des biens manufacturés et d'autres produits de l'activité humaine.

Le manque d'eau douce est la plus importante contrainte environnementale de l'agriculture, de l'industrie et du progrès des sociétés humaines. Alors que nous connaissons bien les régimes des pluies dans le monde et leurs variations, nous avons encore beaucoup de mal à prévoir les pénuries ou les excédents de pluie. Il existe des moyens de compenser les effets des pénuries d'eau ou des sécheresses à court terme, mais nous ne possédons pas les moyens technologiques voulus pour faire face aux inondations et aux sécheresses les plus graves. Le manque d'eau peut limiter grandement l'emploi des technologies nécessaires à la viabilité, et les plus légères variations des

régimes de pluies peuvent avoir de lourdes conséquences sur la viabilité de certains systèmes agricoles (Ellis et Galvin, 1994).

La priorité doit être accordée aux technologies de protection, de conservation et d'utilisation efficiente des eaux de pluie et des eaux superficielles et souterraines. Régler le problème de l'approvisionnement en eau présente des avantages à bien des niveaux, améliore les conditions sociales, économiques et écologiques et ne peut qu'être utile à tous.

La deuxième grande contrainte pesant sur le progrès des sociétés humaines est le sol, et plus particulièrement les propriétés chimiques et physiques du sol qui influent sur sa productivité agricole (et écologique). La survie des animaux terrestres, les êtres humains y compris, est tributaire des plantes qui poussent dans le sol. Économies humaines et écosystèmes naturels sont donc inextricablement liés dans la mesure où les uns comme les autres dépendent des plantes.

Même si les êtres humains peuvent améliorer les propriétés physiques et chimiques des sols par leurs activités agricoles, l'activité humaine contribue le plus souvent à la dégradation et à la destruction des sols. Beaucoup de grandes civilisations se sont effondrées parce qu'elles avaient épuisé les sols qui nourrissaient la population. Ce fut le cas notamment des civilisations grecque, crétoise et précolombienne (Hyams, 1952). Cela étant dit, les propriétés des sols ne sont pas réparties également sur la planète. Le matériau géologique d'origine influence les propriétés des sols jeunes, mais c'est le climat qui détermine la répartition dans le monde des propriétés des sols et, par là-même, de la productivité végétale. Des températures élevées alliées à des précipitations abondantes contribuent à accélérer les processus chimiques et biologiques qui font que les sols se développent, vieillissent, perdent leurs éléments nutritifs et s'acidifient (Sanchez, 1976).

Il s'ensuit que dans la région de l'équateur, les sols qui sont exposés à des températures élevées et à de fortes précipitations ont généralement une moins grande teneur en éléments nutritifs essentiels pour les végétaux que les sols des zones tempérées. Globalement, la fécondité des sols (c'est-à-dire la présence d'éléments nutritifs essentiels pour les végétaux) est fonction de la latitude et elle diminue vers l'équateur. Ce gradient de la fécondité des sols peut expliquer une baisse correspondante de la productivité (figure 1) et de la valeur monétaire des cultures à mesure qu'on s'approche de l'équateur (Huston, 1994).

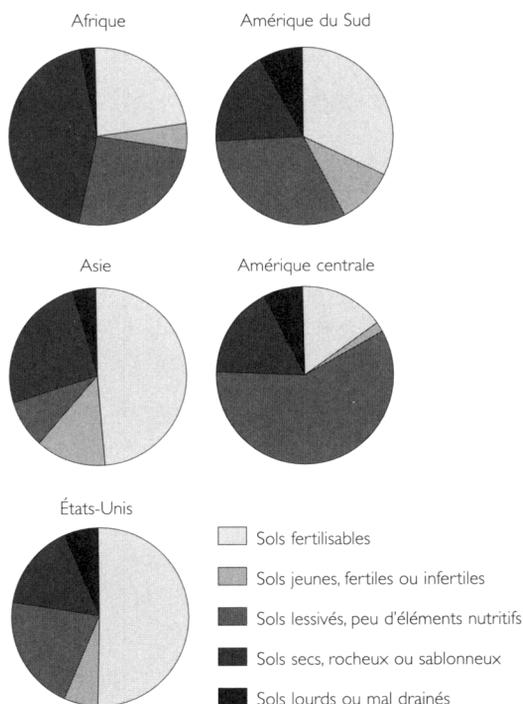


Figure 2. Proportions de divers types de sols dans quatre grandes régions continentales des tropiques, les États-Unis figurant à titre comparatif. Noter que c'est en Amérique du Sud que la proportion de sols fertiles est la plus faible et que c'est en Amérique centrale qu'elle est la plus élevée. Source : données tirées de Richter et Babbar (1991).

ruissellement et de l'érosion des sols (figure 3). Les processus hydrologiques qui causent le ruissellement et l'érosion mettent en rapport les deux ressources les plus importantes pour la survie de l'humanité : le sol et l'eau. Comme l'affectation des sols à un usage donné (cultures, prairies ou forêts, par exemple) exerce aussi une grande influence sur le ruissellement et l'érosion (figure 3), les formes d'exploitation des terres qui contribuent à réduire le ruissellement présentent le double avantage d'accroître localement les réserves d'eau et de réduire les pertes de sols.

Les variations relatives à la fécondité et aux propriétés des sols qui ont une incidence sur le ruissellement et l'érosion restreignent le choix des technologies de gestion des terres et des procédés cultureux applicables ainsi que les niveaux de productivité durable à long terme. Chaque continent et chaque pays

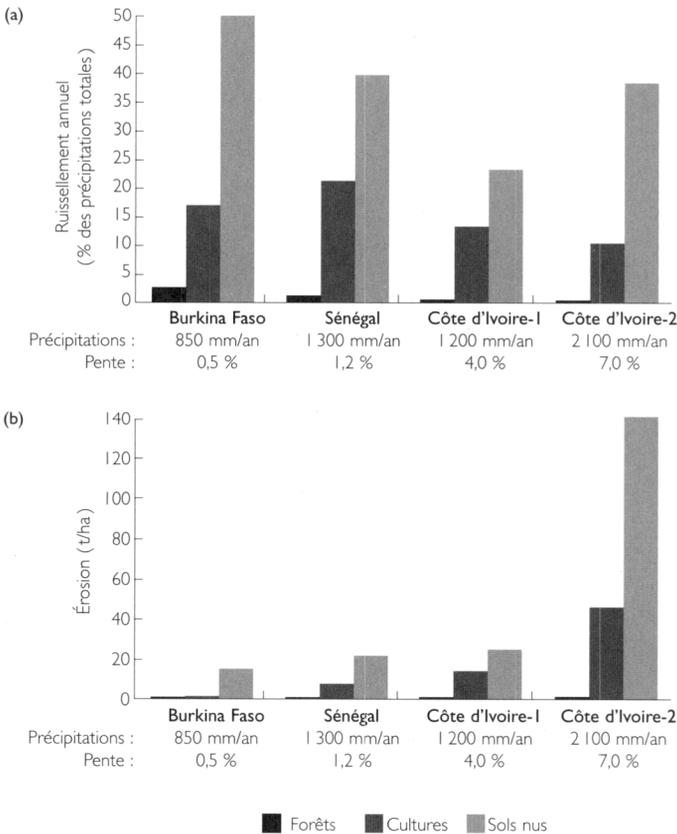


Figure 3. Effet des précipitations, de la pente du terrain et de l'utilisation des sols sur a) le ruissellement et b) l'érosion dans quatre endroits d'Afrique occidentale. Noter que l'infiltration d'eau est toujours beaucoup plus élevée et que les pertes provoquées par l'érosion sont toujours beaucoup moins élevées dans les régions forestières que dans les régions cultivées ou au sol nu, particulièrement dans les secteurs à forte pente et à précipitations élevées.

Source : données tirées de Charreau (1992) et citées dans Sanchez (1976).

présentent un ensemble de conditions propres qui commandent des solutions particulières.

Comme la plupart des propriétés des sols qui ont une influence sur l'agriculture exercent aussi une influence sur les écosystèmes naturels, une planification intégrée de l'utilisation des terres fondée sur les propriétés des sols permet d'aborder en même temps un large éventail de questions socioéconomiques et de problèmes de conservation. En raison du parallélisme observé entre la répartition de la productivité agricole et celle du revenu

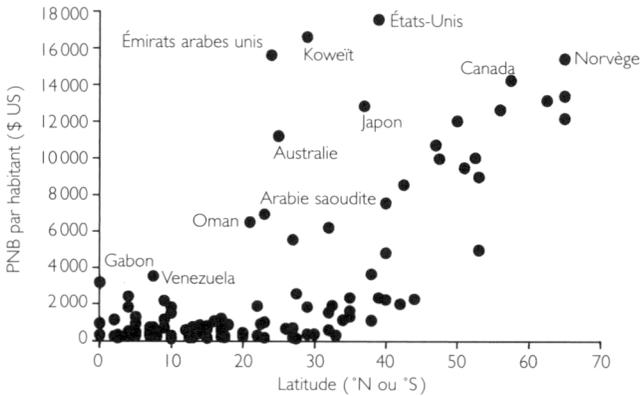


Figure 4. Conditions économiques moyennes (produit national brut par habitant) en fonction de la latitude. Noter les variations en fonction de la latitude. Source : données de la FAO et de la Banque mondiale citées dans Huston (1994).

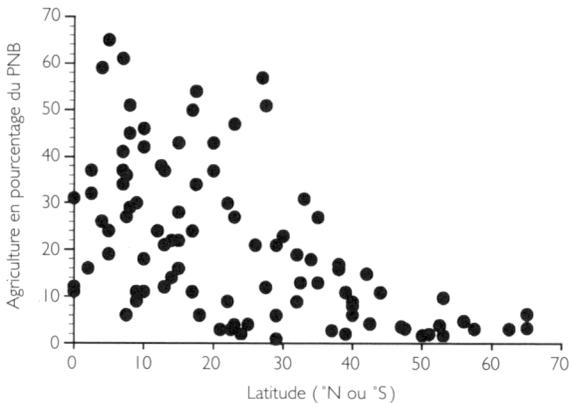


Figure 5. Apport économique de l'agriculture au produit national brut. Noter les variations en fonction de la latitude. Source : Huston (1994).

par habitant en fonction de la latitude (figure 4), il y a lieu d'accorder une place de choix à la répartition des ressources dans la planification de l'utilisation des terres à tous les niveaux. Que le revenu par habitant tienne ou non à une relation de cause à effet entre les sols et les économies nationales, ce n'est probablement pas un hasard si l'économie des pays situés près de l'équateur, où la productivité agricole est généralement faible, dépend beaucoup de l'agriculture (figure 5).

Pour réussir à mettre la technologie au service des divers aspects du développement durable, il importe de bien comprendre les limites qu'impose la répartition actuelle des ressources, et particulièrement des sols et des pluies. L'informatique, les bases de données nationales et internationales et l'imagerie par satellite fournissent les bases technologiques d'une planification intégrée de l'utilisation des terres.

Avantages de la planification de l'utilisation des terres

La planification intégrée de l'utilisation des terres doit s'appuyer sur une évaluation judicieuse du potentiel qu'offre chaque unité territoriale pour répondre d'une manière durable aux nombreux besoins de la société. Chaque unité territoriale peut remplir plusieurs fonctions et contribuer par exemple à la productivité agricole ou industrielle, au maintien de la biodiversité et à la réduction du ruissellement. Les études des sols, les cartes topographiques et les images obtenues par satellite fournissent des renseignements sur les propriétés physiques et biologiques des sols. Pour mettre à profit ces renseignements, il faut néanmoins des connaissances scientifiques et des infrastructures technologiques.

Si l'on veut parvenir à une planification intégrée de l'utilisation des terres, il faut tenir compte de toutes les fonctions que remplissent les divers éléments du territoire d'une région ; il faut en outre que la région soit suffisamment vaste pour qu'on puisse déterminer les interactions économiques et écologiques des éléments du territoire. Les échanges économiques entre régions urbaines et régions rurales, par exemple, ont une incidence sur la valeur des biens et des services liés à l'exploitation des sols (Jacobs, 1992). Les mouvements des eaux superficielles et souterraines, des masses d'air et de leurs constituants chimiques déterminent des liens physiques et des interactions écologiques.

La planification intégrée de l'utilisation des terres est une activité pluridisciplinaire faisant appel au savoir-faire des hydrologues, des économistes, des écologistes, des sociologues, des agronomes et des experts-forestiers. Nous savons déjà quelles sont les technologies qui peuvent contribuer à la viabilité de tel ou tel secteur de l'activité humaine. Par contre, nous ignorons encore en partie les interactions des divers secteurs (entre la production agricole et la conservation de la biodiversité ou entre la conservation de l'eau et le développement industriel, par

exemple), et la façon de répartir les sols de manière à obtenir simultanément des résultats bénéfiques dans plusieurs secteurs. Comme la planification de la viabilité fait intervenir de nombreux aspects des systèmes humains et naturels, il y a lieu d'évaluer avec soin toutes les destinations possibles de chaque élément de territoire avant d'attribuer un ordre de priorité à l'utilisation des terres.

Avantages de la conservation de la biodiversité

La conservation de la diversité biologique est l'un des domaines où la GIT peut procurer de nombreux avantages. Il est maintenant établi que de nombreux constituants de la biodiversité se développent dans des régions pauvres qui ne conviennent pas à une agriculture productive et viable. Il n'y a donc pas d'opposition inhérente entre la préservation d'une grande partie de la biodiversité de la Terre et l'accroissement de la productivité agricole nécessaire à la subsistance des êtres humains. Néanmoins, certaines espèces comme les herbivores vertébrés et les grands prédateurs sont mieux adaptées à des régions productives dont la plupart ont été vouées à l'agriculture. Il nous faut admettre qu'il existe un conflit inhérent entre l'utilisation du territoire au profit de la population humaine et son utilisation au profit de la nature, que nous devons résoudre si nous voulons préserver le plus possible la biodiversité de la planète sans renoncer pour autant à une production agricole viable. La connaissance de la distribution des terres fertiles et de leur potentiel agricole est la clé d'une planification qui permettra à la fois de préserver la biodiversité et d'accroître la productivité agricole (figure 6).

Avantages de la technologie

Les technologies susceptibles d'être utiles à la société humaine et à la biodiversité ne manquent pas. Les avantages qu'elles procurent peuvent prendre diverses formes : protection de bassins hydrographiques, amélioration de la qualité de l'eau, régénération des sols, lutte contre l'érosion, prévention de la pollution, etc. L'un des principaux objectifs de la GIT devrait être de trouver des lieux où l'application de la technologie pourrait avoir des retombées sur plusieurs fronts.

De nombreuses technologies peuvent contribuer simultanément à une utilisation efficiente de l'eau et à la conservation

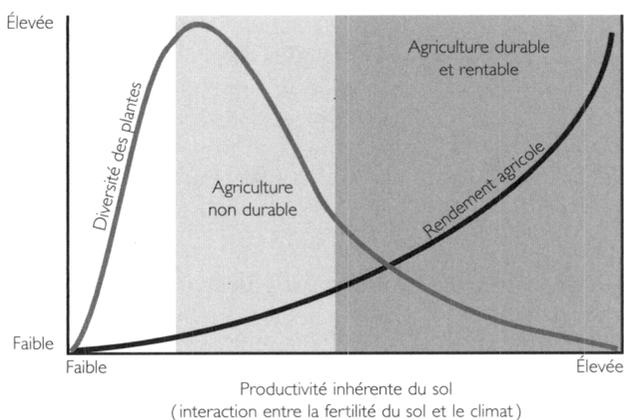


Figure 6. Relation prévue entre la productivité agricole et la diversité des espèces végétales. Noter que la diversité des plantes est naturellement faible quand la productivité agricole est la plus élevée. L'agriculture durable est productive et ne porte pas préjudice à la diversité des espèces végétales. L'agriculture non durable qui épuise les sols n'est pas productive et nuit considérablement à la diversité des espèces végétales.

Source : adapté de Huston (1995).

des sols. Comme l'eau de pluie ne peut être utile aux plantes que si elle s'infiltré dans le sol sans ruisseler, dans les régions à faible pluviosité, les activités de gestion de l'eau donnent la priorité à l'augmentation des taux d'infiltration et à la réduction du ruissellement. Parallèlement, la réduction du ruissellement contribue aussi à réduire l'érosion et à préserver les sols (voir la figure 3). Les technologies qui permettent d'accroître l'infiltration et de réduire l'érosion sont bien connues : établissement d'une couverture forestière sur les pentes fortes et le long des cours d'eau, choix de cultures vivaces, labour suivant les courbes de niveau, aménagement de terrasses et utilisation de la végétation — le vétiver, par exemple — pour ralentir le ruissellement et créer des terrasses naturelles.

Grâce à ces pratiques de conservation de l'eau et des sols, on parvient en outre à atténuer la gravité des inondations et à élever le niveau de la nappe phréatique, ce qui permet de disposer d'eau pendant la saison sèche et en période de sécheresse. Les pratiques de conservation des sols favorables à l'agriculture comme l'accroissement de la teneur en matières organiques du sol contribuent également à accroître la capacité de rétention de l'eau. Elles améliorent aussi la qualité de l'eau au profit des orga-

nismes aquatiques et des consommateurs urbains et industriels situés en aval. La lutte contre l'érosion contribue à réduire l'accumulation de sédiments dans les voies navigables et peut par ailleurs se révéler bénéfique pour la pêche de poissons d'estuaires et de récifs coralliens.

De nombreux problèmes environnementaux proviennent d'un déséquilibre : surabondance de ressources dans un secteur ou à un moment donné et pénurie dans un autre secteur ou à d'autres moments. Les inondations et les sécheresses en fournissent un bon exemple. Et les deux phénomènes se trouvent aggravés par la dégradation de la couverture végétale naturelle. Outre les dégâts causés aux lits des rivières, les inondations peuvent réduire la productivité des estuaires et d'autres systèmes marins en raison d'un apport excessif d'eau douce ; de même, le manque d'eau douce en période de sécheresse peut abaisser la productivité des pêches dans les estuaires (SFEIWG, 1994).

La répartition des éléments nutritifs dans le sol pose un autre problème. Bien que la majorité des systèmes agricoles soient tributaires des éléments nutritifs du sol, ces mêmes éléments en concentration excessive dans les eaux de ruissellement et les eaux d'égout, en milieu urbain ou agricole, polluent les eaux en aval, créent des problèmes de santé et nuisent à la biodiversité aquatique ainsi qu'aux pêches de subsistance et aux pêches récréatives ou commerciales. Les éléments nutritifs sont à l'origine d'autres problèmes encore quand ils atteignent l'océan. Des techniques d'aquaculture faisant intervenir des algues et des poissons et visant à tirer parti des excédents d'éléments nutritifs des eaux usées sont en cours d'élaboration. Les algues débarrassent l'eau des éléments nutritifs avant d'être absorbées par le poisson, qui transforme les éléments nutritifs en protéines et en sédiments que l'on peut recueillir et utiliser comme engrais. Cette nouvelle technologie brevetée a fait l'objet d'expériences au Texas et il a été prouvé que la méthode est 10 fois plus efficace que le recours aux zones humides naturelles. Elle présente par ailleurs le double avantage de produire des protéines de poisson et des boues riches en éléments nutritifs tout en purifiant des eaux polluées (Drenner *et al.*, 1997). Des stratégies analogues utilisées dans l'industrie permettent de réduire le volume de déchets et de les valoriser. Les technologies de cette nature qui présentent plusieurs avantages sont la clé de la viabilité dans tous les secteurs de l'activité humaine.

Rôle des technologies de l'information

Pour cerner les avantages ou les problèmes éventuels, les responsables de la planification de l'utilisation des terres doivent disposer d'assez de renseignements sur l'interaction des facteurs économiques avec les propriétés des écosystèmes. Bien que ces données soient pour la plupart disponibles sous diverses formes, il importe de les réunir en un système intégré si l'on veut faciliter l'établissement des priorités et le travail de planification. L'augmentation constante de la puissance et de la facilité d'emploi des systèmes d'information géographique (SIG) informatisés contribue manifestement à faciliter la planification de l'utilisation des terres. Les renseignements tirés de l'imagerie par satellite et une utilisation plus intensive de cette technique sont essentiels à la planification d'une utilisation viable des terres, et ce à tous les niveaux.

Les responsables de la planification de l'utilisation des terres doivent également s'appuyer sur des modèles informatiques pour faire des extrapolations et appliquer les données que l'on possède sur des régions connues à des régions sur lesquelles on dispose de peu de renseignements. Les modèles d'hydrologie et d'érosion des sols s'appuyant sur des principes fondamentaux trouvent de larges applications : il suffit au responsable d'entrer des données de base — qui peuvent dans une large mesure être obtenues par satellite — sur la topographie, les propriétés des sols et la couverture végétale (O'Loughlin, 1986 ; O'Loughlin *et al.*, 1989 ; Vertessey et Wilson, 1990 ; Beven et Moore, 1993). De même, les responsables de la planification peuvent s'appuyer sur des modèles de croissance des cultures (voir, par exemple, Wolf *et al.*, 1991) pour faire le calcul de productions dans des conditions climatiques et sur des sols différents et extrapoler des données à partir de parcelles d'essai.

Les connaissances scientifiques et les technologies dont nous avons besoin pour établir à l'échelle mondiale des systèmes agricoles et industriels viables sont pour la plupart disponibles. Nous verrons dans le présent document pourquoi les technologies requises ne sont pas appliquées à la gestion des terres et recommanderons des façons de lever les obstacles auxquels se heurte la GIT.

Gestion intégrée des terres : défis et possibilités

Les problèmes environnementaux, sociaux et économiques de plus en plus graves que connaissent à la fois les pays industrialisés et les pays en développement ont polarisé l'attention du monde entier sur la viabilité des activités humaines. Comme les activités humaines actuelles et futures dépendent toutes, à un degré quelconque, de la surface de la Terre — et des minéraux, de l'eau et des autres ressources renouvelables et non renouvelables qui s'y trouvent —, la gestion intégrée des terres (GIT) doit devenir l'un des principaux outils du développement durable. Le développement durable poursuit le double objectif d'améliorer la condition d'une importante proportion de la population mondiale et de pourvoir aux besoins des générations futures. Les efforts actuels de gestion des terres en vue de corriger une multitude de problèmes connexes — déforestation, désertification, pollution de l'eau et de l'air, croissance désordonnée des établissements humains en milieu urbain et rural, etc. — sont entravés par un manque de perspective d'ensemble et de coordination qui se traduit souvent par des doubles emplois ou des divergences dans les objectifs sectoriels. Une approche intégrée et plus globale permettrait vraisemblablement de résoudre plusieurs problèmes, dans un cadre unique et cohérent.

La GIT a vocation à optimiser les avantages économiques et environnementaux des terres pour la société actuelle tout en

préservant ou en augmentant leur capacité à procurer ces mêmes avantages et d'autres encore aux générations futures. L'approche de la GIT découle de plusieurs constats : les terres remplissent différents rôles ; certaines formes d'exploitation des terres sont incompatibles ou divergentes ; chaque décision touchant l'utilisation des terres intéresse plus d'un secteur de la société ; l'utilisation actuelle et future des terres est liée à une foule de considérations sociales, économiques et environnementales. À partir d'un examen logique de toutes les formes d'exploitation possibles des terres, la GIT permet simultanément :

- d'atténuer les divergences touchant l'utilisation des terres ;
- de parvenir à une utilisation efficiente des terres afin d'optimiser les retombées ;
- de contribuer au développement social et économique ;
- de protéger et d'améliorer l'environnement.

La GIT est une condition essentielle du développement durable.

Par ailleurs, chaque fois que des moyens scientifiques et techniques sont mis au service de la gestion de l'utilisation des terres, on devrait s'efforcer de privilégier les solutions qui contribuent à réduire les inégalités entre les sexes. En effet, dans de nombreux pays en développement, les femmes supportent une part disproportionnée du fardeau des activités liées à la terre.

Éléments d'une approche intégrée de la gestion des terres

Toute approche intégrée de la gestion des terres repose sur une analyse des besoins sociaux, économiques et environnementaux de tous les intéressés, à partir de laquelle on dégage des choix réalistes d'utilisation des terres, pour retenir en fin de compte les solutions qui, à long terme, répondent le mieux aux besoins. L'ordre logique de la démarche que sous-tend une approche intégrée de la gestion des terres est le suivant :

1. Donner l'occasion aux intéressés, et notamment aux décideurs, aux responsables de la planification de la gestion des terres, aux utilisateurs, aux propriétaires et aux bénéficiaires de services issus des terres, de préciser leurs exigences et leurs besoins.

2. Recueillir des renseignements sur les conditions matérielles, sociales et économiques de la région et utiliser ces renseignements dans l'évaluation des conditions actuelles et éventuelles d'utilisation des terres.
3. Définir des unités de planification spatiale et, pour chacune, les formes d'exploitation envisageables, les rendements économiques à long terme, les ratios intrants-extrants et les retombées sociales, économiques et environnementales prévues.
4. Offrir aux intéressés la possibilité d'examiner les données et de parvenir à un consensus sur le meilleur système de gestion et d'utilisation de chaque unité de planification.
5. Mettre en place les infrastructures institutionnelles, législatives et cadastrales nécessaires à la mise en application des plans convenus et à la gestion à long terme des terres.

La GIT n'est pas une démarche immuable, mais bien un processus continu et répétitif de planification, de mise en œuvre, de contrôle et d'évaluation permettant de satisfaire le plus grand nombre possible de besoins économiques, sociaux et environnementaux sans pénaliser de secteurs de la société et sans sacrifier d'avantages futurs. Les éléments essentiels de cette approche sont valables pour tous les niveaux et peuvent par conséquent s'appliquer aussi bien à l'échelle mondiale et nationale qu'à une région, un village ou une exploitation agricole. Toutefois, bien que les méthodes techniques de base de la GIT soient déjà disponibles, dans bien des régions du monde leur application se heurte à des obstacles comme le manque de formation ou à des entraves d'ordre financier ou institutionnel. L'accès aux technologies appropriées est la clé d'une gestion efficace et intégrée des terres à l'échelle de la planète.

Problèmes causés par une mauvaise gestion des terres

L'absence de gestion intégrée et holistique des terres est à l'origine de maints problèmes graves qui font obstacle au développement durable. Les problèmes environnementaux sont inévitablement liés à des problèmes sociaux et économiques comme le chômage,

la pauvreté, la maladie et la famine. Les principaux problèmes relevés sont les suivants :

- *Détérioration permanente ou affaiblissement de la capacité des terres à procurer des avantages économiques et environnementaux* — Dans toutes les régions du monde, dans les pays industrialisés comme dans les pays en développement, on peut trouver des exemples d'érosion, de désertification, d'épuisement de zones de pêche et d'autres ressources, de tarissement des eaux souterraines, de salinisation des sols, d'accumulation de déchets miniers toxiques, d'extinction d'espèces et de perte de la biodiversité. L'affaiblissement de la capacité des terres à assurer la subsistance des populations peut également mener à une urbanisation désordonnée, à des migrations massives et à des conflits sociaux.
- *Utilisation inefficace des ressources* — Faute d'approche intégrée de la gestion des terres, il arrive souvent qu'on utilise des technologies qui ne conviennent pas à une région ou à un type de terre donnés. Citons à titre d'exemple la réalisation de travaux d'irrigation dans des régions sèches où la production agricole est limitée non par le manque d'eau, mais par le manque d'éléments nutritifs dans le sol ; l'emploi à mauvais escient ou en quantité excessive de ressources précieuses comme les fertilisants et les pesticides qui se révèle parfois préjudiciable à l'efficacité agricole et peut même entraîner des problèmes de pollution et de santé, en milieu rural et urbain. En outre, l'augmentation des coûts liés à l'épuration des eaux et au traitement des maladies causées par la pollution se répercute souvent sur des segments de population qui ne sont pas responsables de la pollution. Le gaspillage des ressources énergétiques est un obstacle de taille au développement durable, sous quelque forme que ce soit. L'expérience des pays en développement révèle que les solutions les plus efficaces à bien des problèmes d'utilisation des terres s'appuient sur l'association de connaissances locales et de technologies avancées.
- *Effets cumulatifs* — En plus d'avoir des effets préjudiciables à l'échelon local et national, la mauvaise gestion des terres entraîne des problèmes internationaux qui s'aggravent à mesure que la population de la planète augmente. L'acidification des lacs d'eau douce de Scandinavie, par exemple, est apparemment liée à la pollution de l'air causée par l'industrie des pays du nord-ouest de l'Europe. De même, la déforestation

du Népal et des montagnes environnantes entraîne des inondations dans le bassin du Gange et dans celui d'autres cours d'eau traversant des pays en aval. En Europe, la pollution du Rhin par des industries de pays en amont nuit à la qualité de l'eau de pays en aval. La dégradation des terres et la désertification de certains pays peut entraîner des migrations massives, de graves problèmes de réfugiés, voire la dégradation de terres dans des pays voisins, particulièrement en période de conditions climatiques extrêmes.

Bien que les problèmes fondamentaux de la gestion des terres dans le monde présentent de nombreux traits communs, des variations locales des conditions environnementales, sociales et économiques appellent des solutions techniques adaptées à la situation.

Les effets involontaires de l'activité agricole — la perte de végétation ou l'épuisement des éléments nutritifs, par exemple — peuvent être une cause d'érosion ou de désertification dans la mesure où la terre perd la capacité de produire les produits agricoles voulus et d'autres biens et services essentiels. À l'autre extrême, les industries manufacturières et agricoles sont souvent à l'origine, involontairement, de concentrations toxiques ou nocives d'engrais agricoles et de produits chimiques industriels qui, à concentration modérée, peuvent être extrêmement bénéfiques. La majorité des problèmes d'utilisation des terres peuvent être vus sous l'angle du continuum épuisement-pollution. Comme la concentration des ressources suppose généralement l'emploi d'énergie et de technologies avancées, les problèmes de pollution sont généralement plus graves dans les pays industrialisés ou en transition. En l'absence de GIT, l'épuisement des ressources et la dégradation des terres qui s'ensuit peuvent avoir de graves conséquences dans les régions qui dépendent de l'agriculture et de l'exploitation forestière, aussi bien dans les pays industrialisés que dans les pays en développement.

La dégradation des terres est particulièrement avancée dans les pays en développement des zones tropicales. Les problèmes liés à la sécurité alimentaire et à la pauvreté en milieu rural commandent des mesures urgentes dans de nombreux pays tropicaux où la forte population et la faiblesse ou l'instabilité de l'économie limitent considérablement les ressources économiques disponibles par habitant et exacerbent souvent les disparités entre les sexes. Même si de nombreux pays tropicaux en développement possèdent d'importantes ressources minérales et

Coût élevé de l'érosion

Les effets préjudiciables de la dégradation des terres sont bien souvent liés entre eux, un problème dans une région entraînant une série de problèmes dans d'autres régions. Par exemple, l'érosion que provoque l'utilisation de techniques agricoles inappropriées sur les terrains à forte pente est à l'origine d'une réduction de la production alimentaire et économique des terres dégradées. Toutefois, d'autres effets locaux comme les glissements de terrain qui obstruent les routes et les voies ferrées ne nuisent pas uniquement à l'agriculture, mais ont aussi des répercussions sur de nombreuses autres composantes de l'économie locale. L'érosion des flancs de montagnes peut polluer des cours d'eau et causer plus loin des obstructions qui accroîtront la fréquence et la gravité des inondations, nuiront à la navigation et diminueront les prises de poissons dont certaines collectivités en aval peuvent dépendre. Plus loin encore, l'envasement peut nuire aux récifs coralliens et aux estuaires et faire du tort à des pêches commerciales ou de subsistance.

L'érosion est l'une des principales causes de réduction du potentiel de production agricole des terres, dans les pays industrialisés comme dans les pays en développement. Aux États-Unis, par exemple, la couche arable a diminué du tiers environ depuis qu'on a commencé à cultiver la terre, il y a moins de 300 ans, et le pays continue de perdre 12 t de terre végétale à l'hectare par an, ce qui représente annuellement une perte totale de 50×10^6 t d'éléments nutritifs pour les végétaux. En Chine, le fleuve Jaune (Houang-ho), le plus chargé de sédiments du monde, transporte annuellement $1,6 \times 10^9$ t de sol des riches terres agricoles de Chine dans la mer de Chine orientale. Au Brésil, le gigantesque réservoir de Paso Real du Rio Grande do Sul a perdu 18 p. 100 de sa capacité originale en moins de 8 ans, et son envasement risque de réduire à moins de 30 ans la durée de vie de la centrale hydro-électrique de 530 MW. En Colombie, 86 p. 100 de la zone andine est en proie à l'érosion à des degrés divers et la proportion de terres gravement dégradées atteint 21 p. 100. L'histoire fournit de nombreux exemples de civilisations qui se sont effondrées parce que leurs pratiques agricoles avaient épuisé leurs terres. Aujourd'hui encore, l'avenir et la sécurité économique de l'humanité, dans les pays industrialisés et les pays en développement, demeurent menacés par la dégradation des terres.

énergétiques, leur économie dépend beaucoup plus de l'agriculture que celle des pays industrialisés situés à des latitudes plus élevées. En raison de cette dépendance à l'égard de l'agriculture aussi bien dans la production alimentaire que dans la production économique nationale, tout affaiblissement de la capacité de

production des terres nuit considérablement à la satisfaction des besoins humains essentiels et à la mise en œuvre d'un développement durable. Le caractère irréversible de la plupart des formes de dégradation des terres et l'importance vitale des ressources alimentaires pour les générations futures soulignent bien le rôle essentiel que peuvent jouer les sciences et la technologie dans la solution des problèmes liés à la dégradation des terres. Insister sur l'importance des sciences et de la technologie à ce chapitre ne signifie cependant pas qu'il faut laisser de côté les problèmes liés à l'urbanisation, à l'industrialisation et à l'exploitation minière, qui doivent tous être pris en compte dans la définition d'une approche intégrée de l'aménagement du territoire et de la gestion de l'utilisation des terres.

Apport de la science et de la technologie à la gestion intégrée des terres

Par l'association de l'information et du savoir, la science nous permet de prévoir les conséquences d'actions ou d'événements donnés et d'évaluer ainsi des solutions de rechange ou des possibilités. La technologie est une application de la science qui offre des solutions optimales pour atteindre des objectifs humains. La solution des problèmes complexes et interdépendants que soulève la gestion des terres nécessite l'apport de la physique, de la biologie et des sciences sociales. Heureusement, nous avons déjà à notre disposition l'essentiel des connaissances scientifiques de base et des technologies appliquées que requiert la gestion intégrée des terres (GIT) (voir l'annexe 2). Entrent dans notre arsenal les systèmes de surveillance par satellite et les puissants SIG informatisés ainsi que diverses méthodes de planification et d'évaluation de l'utilisation des terres, de réduction de l'érosion éolienne et hydrique, et d'augmentation de la productivité des terres. Certaines de ces technologies existent depuis longtemps; d'autres se développent rapidement. Plusieurs d'entre elles sont déjà appliquées à des problèmes de gestion des terres partout dans le monde. Dans bien des cas, toutefois, les technologies de pointe qui sont largement utilisées dans les pays industrialisés ne peuvent pas être mises à profit dans les pays en développement qui en auraient le plus besoin, ce qui explique bien des problèmes environnementaux et socioéconomiques

actuels. Par ailleurs, quand les pays en développement disposent de technologies et de renseignements, ils ne sont pas en mesure d'en tirer pleinement parti en raison d'un manque d'efficacité dans le stockage, l'extraction et le partage des données.

La recherche scientifique est essentielle à la compréhension de problèmes particuliers de gestion des terres, au perfectionnement des technologies existantes et au développement de nouveaux moyens technologiques. Les sciences et les technologies nécessaires à la réalisation d'un programme de GIT peuvent être groupées en quatre grands domaines :

- les sciences et les technologies de l'information ;
- les sciences et les technologies d'évaluation ;
- les sciences et les technologies d'application ;
- les technologies et l'infrastructure d'appui.

Les deux premiers domaines servent principalement dans la planification et l'évaluation des diverses composantes de la GIT, et les deux derniers, dans la mise en œuvre de pratiques de gestion des terres (pour parvenir à la situation visée à partir de la situation actuelle). À chaque type de technologie correspondent diverses disciplines scientifiques comme l'agronomie, la physique appliquée, la géologie, l'écologie et l'économie politique.

Sciences et technologies de l'information

Il est essentiel que la GIT s'appuie sur des renseignements exacts et réunis sous une forme qui puisse être utile à tous les intéressés. Les technologies de l'information et les disciplines scientifiques sur lesquelles elles reposent donnent accès à des renseignements de base sur l'état, les formes d'exploitation éventuelles et les limites des terres ainsi qu'à des données sur les marchés et les conditions de transport et à d'autres renseignements commerciaux. Les technologies dont il est question ici comprennent la cartographie et l'analyse statistique classiques ainsi que la télédétection à partir de satellites et d'avions, la surveillance et les études au sol, l'information socioéconomique de même que les bases de données informatisées qui permettent aux utilisateurs et aux décideurs d'avoir accès à l'information utile. La surveillance de l'état et de l'évolution des terres, de l'eau

Défis et succès de la gestion des terres en Chine

La Chine, qui est le pays le plus peuplé du monde, a réussi à exploiter efficacement ses terres et nourrit 22 p. 100 de la population mondiale avec seulement 7 p. 100 des terres agricoles du monde. L'accroissement de la population et l'intensification de l'agriculture en Chine ont néanmoins été à l'origine de divers problèmes environnementaux. En plus de réduire la production agricole et les perspectives de production, l'érosion menace la qualité de l'eau, la navigation, les mesures de lutte contre les inondations et la production d'énergie hydro-électrique. Un important réseau de réservoirs de lutte contre les inondations et de stockage d'eau a été aménagé. Toutefois, l'envasement a réduit de près du quart la capacité originale de stockage des réservoirs ($408,6 \times 10^9 \text{ m}^3$), et 22 réservoirs importants sont actuellement hors service (CNUSTD, 1994). Le gouvernement chinois fait des investissements considérables dans les sciences et la technologie relatives à l'agriculture, à la conservation de l'eau et à la foresterie, par le biais de ses universités et de ses services de vulgarisation. La Chine s'est attaquée au problème de la dégradation des sols ingrats et peu productifs en appuyant l'intensification de l'agriculture et la remise en végétation de terres dégradées (Breman, 1987). Des efforts de reboisement considérables sont également faits pour lutter contre l'érosion éolienne et hydrique — le plus important projet écologique du monde couvre 42,4 p. 100 du territoire chinois. La grande muraille verte, projet de reboisement qui suit le tracé de la Grande Muraille de Chine, a permis de réduire de 90 p. 100 la durée des tempêtes de poussière qui frappent Beijing au printemps, tout en accroissant la teneur en humidité du sol au profit de l'agriculture dans les régions reboisées (Parungo *et al.*, 1994). Il est souvent plus rentable d'apporter un soutien économique et technique permettant aux familles qui cultivent des terres peu productives d'avoir un niveau de vie convenable que de créer des emplois pour ces familles dans des régions urbaines. Cette solution présente en outre l'avantage de favoriser une utilisation économiquement et écologiquement durable des terres dans les régions productives voisines. Les efforts de GIT en Chine auront vraisemblablement des effets à l'échelle mondiale, en plus de présenter des avantages sur le plan local et national.

et des ressources biotiques à l'aide de méthodes traditionnelles et de technologies de pointe est un aspect essentiel de la GIT.

Les données historiques et actuelles sur les conditions et les formes d'exploitation des terres étant souvent dispersées, il est difficile d'y avoir accès globalement. Les technologies modernes de l'information permettent d'utiliser plus efficacement

les sources d'information classiques et le savoir local en les associant aux nouvelles données issues de la technologie. Les capacités de stockage et d'analyse de l'informatique mettent plus que jamais la GIT à notre portée. Nous disposons maintenant de moyens efficaces pour recueillir et analyser des données indispensables en utilisant des bases de données numériques et des méthodes statistiques qui permettent de cerner les processus critiques et les limites.

L'exemple le plus éloquent de technologie de pointe dans le domaine de l'information est l'imagerie par satellite, qui révèle l'état des terres et met en évidence les liens entre les différentes régions de la planète. L'analyse de données numériques obtenues par satellite et par photographie aérienne nous permet de suivre avec précision l'état des terres de vastes régions et accroît également l'intérêt des études sur le terrain portant sur l'utilisation des terres, les propriétés des sols, la productivité des cultures, les ressources minérales et la structure des propriétés foncières. Tout autour du globe terrestre, les frontières internationales — et même les clôtures des exploitations agricoles — sont visibles de l'espace quand il y a une différence dans l'utilisation des terres de part et d'autre. La diffusion de renseignements de cette nature sous une forme utile à tous les intéressés nécessite diverses approches.

L'élément d'information de base de la GIT est la carte, qu'elle soit imprimée sur papier sous sa forme classique ou intégrée à un SIG informatisé. La production et l'analyse de cartes sont la première étape de la définition des choix de gestion des terres. Les renseignements tirés de la télédétection se révèlent indispensables dans :

- la réalisation d'études de sols ;
- l'évaluation de la déforestation, de la désertification, des conséquences de l'exploitation minière et d'autres formes de dégradation des terres ;
- l'évaluation des réactions de la végétation naturelle et de l'agriculture aux variations climatiques (sécheresse, mousson, gel, etc.) ;
- l'établissement des formes actuelles d'exploitation des terres — urbanisation, industrialisation et agriculture comprises.

Les images par satellite sont un puissant instrument d'orientation des politiques d'utilisation des terres, que ce soit au

niveau national, régional ou local. Les renseignements recueillis permettent de sensibiliser les décideurs des gouvernements aux importantes retombées de certaines activités locales et d'intégrer des connaissances locales à des pratiques efficaces d'utilisation des terres au plan de gestion des terres régional ou national.

Dans les économies de marché, ceux qui utilisent les terres ont besoin de renseignements exacts et à jour sur les conditions actuelles et prévues des marchés, sur les possibilités de transport et de stockage, ainsi que sur l'évolution de la réglementation et d'autres facteurs importants. Les programmes de télé-éducation peuvent fournir une formation essentielle dans le domaine des pratiques commerciales et des applications de la technologie, dans les régions en développement.

Dans les pays en développement qui dépendent de l'agriculture, l'évaluation des terres fournit de précieux renseignements sur les systèmes culturaux ou pastoraux les mieux adaptés aux sols, au climat et à d'autres facteurs environnementaux, sociaux et économiques, ainsi que des informations sur les effets des systèmes agricoles sur les terres. La productivité durable maximale des systèmes agricoles détermine la capacité

Utilisation d'images par satellite dans l'évaluation des types d'exploitation des terres en Colombie

La Colombie est caractérisée par un large éventail de conditions environnementales, qui varient des hautes régions subalpines aux forêts tropicales humides de faible altitude, en passant par les savanes semi-arides, chacune présentant des problèmes environnementaux particuliers. Afin d'en arriver à une approche nationale concertée de la gestion des terres, on s'est servi, à l'Institut géographique national (Agustin Codazzi), d'images prises par satellite pour comparer les formes d'exploitation actuelles des terres aux formes d'exploitation qui conviendraient le mieux à chaque région. L'analyse de la durabilité d'utilisation des terres a révélé que près de 69 p. 100 des terres colombiennes devraient être affectées à la foresterie, alors que 49 p. 100 seulement l'étaient effectivement. Les pâturages occupent plus de 40 p. 100 de la superficie, bien que 16,8 p. 100 des terres seulement conviennent à l'élevage des bovins. Les analyses de cette nature aident à cerner les problèmes d'utilisation des terres et à définir les objectifs régionaux et nationaux nécessaires à l'établissement d'un programme de planification de l'utilisation des terres.

des terres à assurer en permanence la subsistance de populations humaines (capacité biogénique). La GIT porte à sa valeur maximale théorique la productivité agricole durable. Dans le cadre du projet de zones agroécologiques d'Afrique (FAO, 1990), par exemple, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a constaté que le continent pouvait produire assez d'aliments, de fibres et de carburant pour subvenir aux besoins d'une population bien supérieure aux 500 millions d'habitants que l'Afrique compte actuellement. Or, l'on sait que le continent ne parvient pas à répondre aux besoins de sa population. Pour satisfaire les besoins essentiels de la population d'Afrique, il faudra adopter une stratégie de GIT à l'échelle du continent comportant d'importants efforts de conservation des sols et de restauration de terres dégradées ainsi que des mesures socioéconomiques.

Planification et réussite économique au Botswana

Le développement économique et la planification environnementale sont étroitement liés au Botswana, pays d'Afrique dont le produit national brut affiche le plus haut taux de croissance du monde. Une planification économique et environnementale réfléchie et un sort favorable ont fait du Botswana un modèle pour le monde en développement. Bien que les diamants et le commerce avec la Communauté économique européenne dominent l'économie, l'attention accordée depuis longtemps aux ressources de la terre a permis une forte croissance de l'élevage. Une évaluation approfondie du potentiel des terres pour la culture ou les pâturages, réalisée dans les années 1970 (Sims, 1981), a permis de recommander des charges de bétail adaptées aux différentes régions. En dépit des obstacles à l'amélioration de la sécurité alimentaire dans un pays frappé par de fréquentes sécheresses, le gouvernement a élaboré et mis en œuvre des programmes pour soutenir et renforcer la culture à sec en venant en aide aux collectivités rurales pendant les périodes de sécheresse et de rétablissement. Un solide cadre institutionnel de planification de l'exploitation des terres a été mis en place à l'échelle nationale et régionale, et des groupes de planification ont été établis dans chacun des districts correspondant aux huit régions tribales. Le passé récent du Botswana donne à penser que la volonté du gouvernement de poursuivre ses efforts de planification et la mise en œuvre de nouvelles techniques de GIT permettront au pays de parvenir à une exploitation durable de ses terres.

Sciences et technologies d'évaluation

Grâce aux sciences et aux technologies d'évaluation, il est maintenant possible d'interpréter et d'évaluer les renseignements sur les terres et de choisir les solutions susceptibles de mener à l'utilisation la plus judicieuse des terres. Ces outils comprennent l'analyse statistique, les modèles de prise de décisions comme la programmation interactive d'objectifs multiples (PIOM) et les modèles de simulation par ordinateur de productions végétales, d'analyse économétrique, d'analyse d'effets environnementaux et de conception industrielle. Ces outils facilitent tous les communications entre les intéressés et ils fournissent les données nécessaires au processus sociopolitique d'établissement de l'ordre de priorité qui présidera aux décisions relatives à l'utilisation des terres.

Comme souvent les décisions qu'implique la GIT revêtent un caractère socioéconomique et politique, la technologie ne permet pas de trancher. Les choix doivent être évalués en fonction de valeurs sociétales et d'objectifs stratégiques préalablement convenus. Par exemple, des considérations sociopolitiques comme l'emploi peuvent justifier qu'on encourage des productions végétales à très faible rendement. De nombreux Africains pratiquent le *dry farming* sur des terres considérées comme non rentables parce que de faibles rendements suffisent quand même à porter la production totale à un niveau de subsistance.

Il n'est pas possible de parvenir à une gestion intégrée des terres sans la coopération de ceux qui utilisent les terres et des collectivités locales, ni l'intervention des décideurs et des organes politiques. Les technologies d'évaluation peuvent aider les responsables de la planification et les décideurs à choisir avec les utilisateurs les formes d'exploitation des terres qui répondent le mieux à un ensemble donné d'objectifs.

Les technologies d'évaluation jouent un rôle clé à plusieurs étapes de la planification de l'utilisation des terres. Des analyses et des modèles informatiques peuvent servir à évaluer la rentabilité et la viabilité environnementale de divers scénarios de mise en valeur des terres. Ces modèles peuvent aider à cerner les facteurs critiques qui limitent les différentes formes d'exploitation des terres et à définir le potentiel maximal de telle ou telle utilisation. L'analyse de systèmes rend possible la construction des modèles mathématiques de diverses composantes de l'utilisation des terres : les composantes biologiques comme la

production végétale et la croissance forestière ; les composantes physiques comme les processus hydrologiques et l'érosion ; et les composantes socioéconomiques comme les ménages, les villages et les économies nationales. De plus, l'analyse de systèmes peut aider à mettre en évidence les situations qui commandent des solutions technologiques et celles qui requièrent plutôt des interventions socioéconomiques.

Pour évaluer des politiques, il est essentiel de suivre les indicateurs des processus clés d'utilisation des terres et de développement économique. Il existe une foule de méthodes et de systèmes qui permettent d'analyser les ressources naturelles d'un point de vue quantitatif et qualitatif. Il faut néanmoins que les États s'engagent et investissent de l'argent pour garantir la production régulière de données environnementales et économiques non biaisées. Les types de mesures utilisés dépendent de facteurs spatiotemporels, des propriétés des terres et des objectifs des utilisateurs. Les indicateurs d'exploitation des ressources

Planification de la conservation et de l'agriculture en Tanzanie

Il y a longtemps que l'on s'efforce d'améliorer la conservation et l'exploitation des terres agricoles dans la République unie de Tanzanie. La GIT est essentielle pour l'avenir de ce pays au sol généralement infertile et au climat difficile qui compte des régions surpeuplées, mais dont la beauté, la faune et la biodiversité sont remarquables. En 1976, la Banque mondiale a lancé un projet de développement rural intégré dans la région de Tabora, dans l'ouest du pays. Le projet comportait une évaluation des terres, une estimation de leur capacité biogénique et des études agro-économiques à l'échelon des villages qui devaient servir de base à la planification de l'utilisation du sol. La Tanzanie a continué de tendre à un développement durable en protégeant et en mettant en valeur ses ressources naturelles, même si la tâche se révèle extrêmement ardue pour un pays pauvre d'Afrique aux prises avec des problèmes sociaux et économiques urgents. Les efforts actuels de conservation des ressources naturelles de la Tanzanie sont appuyés par la Finlande (plan d'action forestière), la Suède (stratégie nationale de conservation), le Danemark (aide environnementale) et la Norvège (conservation des sols et travaux de boisement dans la région de Shinyanga). D'importants défis restent à relever dans presque tous les domaines du soutien technologique et de l'infrastructure de la GIT.

devraient traduire le rythme et le sens de l'évolution des processus qui sous-tendent les fonctions des ressources naturelles, et témoigner ainsi de leur dégradation, de leur épuisement, de la pollution, etc. Il y a lieu d'attacher autant d'importance à l'analyse des indicateurs socioéconomiques qu'à celle des indicateurs agroécologiques. Les indicateurs socioéconomiques portent notamment sur l'évolution des systèmes de production (le degré d'intégration de l'élevage et de l'agriculture de labour, par exemple); les processus comme l'urbanisation, l'industrialisation et l'exploitation des ressources; les revenus, les prix et les statistiques commerciales.

Il n'est pas toujours facile de trouver le meilleur équilibre possible entre les différentes formes d'utilisation des terres, même si l'on dispose de bonnes données et qu'on analyse avec soin différents scénarios. Des outils comme la PIOM peuvent servir à organiser et à classer par ordre de priorité des solutions socioéconomiques et agroécologiques. La méthode découle du constat que les divers groupes sociaux poursuivent des objectifs différents et parfois, au moins en partie, incompatibles. Les valeurs attachées à des objectifs comme la production alimentaire, les exportations, l'emploi et la protection de l'environnement diffèrent d'un secteur à l'autre de la société. Grâce à la PIOM, les intéressés peuvent explorer les possibilités d'un

Météorologie et prévisions des sécheresses

Grâce aux progrès récents de la météorologie, on commence à entrevoir le jour où les sécheresses pourront être prévues à long terme. D'après les données récentes, il semble qu'il y aurait une corrélation étroite entre le réchauffement du Pacifique par El Niño et les graves sécheresses du Zimbabwe et d'autres régions d'Afrique (Cane *et al.*, 1994). Comme les météorologistes sont en train de mettre au point une méthode qui leur permettra de prévoir le réchauffement par El Niño un an ou plus à l'avance, il sera peut-être bientôt possible de prévoir le temps de la saison de croissance en Afrique avant même les plantations. La capacité de planifier les cultures en fonction des prévisions météorologiques pour la saison de croissance serait un apport extrêmement précieux pour l'agriculture et un aspect inédit de la GIT. Les progrès à cet égard pourraient améliorer la gestion des terres et permettraient de stabiliser les disponibilités alimentaires dans des pays comme le Zimbabwe et le Botswana.

compromis qui peut être acceptable pour tous, même s'il ne satisfait pas pleinement chacun. Le grand avantage de la PIOM est qu'elle favorise le débat sur les conséquences des diverses solutions envisagées. Les méthodes de ce genre ne peuvent néanmoins pas fournir de solution définitive aux problèmes d'utilisation des terres ; la solution de ces problèmes doit en effet s'appuyer sur des valeurs et des objectifs préalablement convenus.

Sciences et technologies d'application

Les technologies d'application sont des méthodes utilisées sur le terrain pour atteindre les buts définis à l'étape de la planification de l'utilisation des terres. L'innovation et l'expérience accumulées au fil des générations dont témoignent de nombreuses formes de connaissances des gens du milieu sont à l'origine du développement et de l'adaptation rapides de méthodes d'amélioration de tous les aspects de l'utilisation des terres. Les technologies adaptées à des applications précises émanent de nombreuses disciplines scientifiques comme l'agronomie, la foresterie, l'hydrologie, la géologie, la pédologie, la biologie de la faune, la physique, la chimie, le génie minier et le génie civil.

La technologie d'application dont les succès sont les mieux connus est sans doute la révolution verte, qui a donné naissance à des variétés de céréales à haut rendement et a contribué ainsi à améliorer considérablement la sécurité alimentaire dans plusieurs régions du tiers monde. Des chercheurs spécialisés dans l'amélioration génétique des cultures ont créé des variétés plus résistantes qui requièrent moins de soins que les variétés originales et s'accommodent de conditions moins favorables. Partout dans le monde, des stations expérimentales travaillent à mettre au point des variétés productives et propres à favoriser une meilleure conservation des sols et de l'eau. Les techniques modernes du génie génétique et une meilleure utilisation des ressources génétiques des variétés sauvages et des cultures indigènes laissent entrevoir d'autres améliorations encore. Des programmes d'élevage ont donné des résultats analogues dans le domaine de la production animale et de la résistance aux maladies. Ces nouvelles technologies ne pourront cependant pas être appliquées efficacement là où elles sont le plus nécessaires

si nous ne disposons pas de meilleures données sur les conditions pédologiques et climatiques des pays en développement.

Dans bien des cas, les technologies d'application les plus efficaces sont un mélange de méthodes traditionnelles et de technologies modernes nécessitant un apport de ressources à rendement élevé. L'expérience croissante accumulée à l'échelle de la planète dans le domaine de la régénération des terres et dans d'autres aspects de la GIT nous aidera à résoudre plus rapidement les problèmes d'environnement et de développement des pays du tiers monde. En continuant de tester et de perfectionner ces technologies, nous pourrions les perfectionner et les adapter à un plus large éventail de conditions environnementales.

Planification de l'utilisation des terres en Chine : réduction de l'érosion et accroissement de la production alimentaire

Le plateau de loess de Chine (530 000 km²) est l'une des régions du globe qui a le plus souffert de l'érosion. En 1979, le gouvernement chinois, en coopération avec le Programme des Nations Unies pour le développement, a créé une station expérimentale de lutte contre l'érosion à Mizhi, dans le nord de la province du Chan-Si. Dans un bassin hydrographique expérimental de 100 km² occupé par trois villages, diverses options ont été évaluées : conversion de cultures annuelles en cultures vivaces, établissement de nouvelles terrasses, lutte contre le ravinement et introduction de nouvelles variétés de cultures et de nouvelles races d'animaux. À la fin des années 1980, le projet avait atteint la plupart de ses objectifs. La superficie totale affectée à la production alimentaire avait été réduite de plus de 50 p. 100, et celle des terres agricoles stables avait augmenté de plus de 50 p. 100. Aujourd'hui, 47 p. 100 des terres sont couvertes de prairies et de forêts, qui ont considérablement réduit l'érosion. La production alimentaire totale s'est accrue de 70 p. 100, alors que les superficies cultivées ont beaucoup diminué. Ce projet et divers autres projets analogues réalisés sur le plateau de loess en collaboration avec le Programme alimentaire mondial et la FAO ont montré clairement que la GIT peut à la fois réduire l'érosion, accroître la production et élever le niveau de vie. L'application de ces méthodes a maintenant été généralisée à toute la province du Chan-Si et à la préfecture de Yu-lin (FAO, 1992).

Technologies et infrastructure d'appui

Toute approche efficace de la gestion intégrée des terres doit s'appuyer sur une solide infrastructure d'éducation, de recherche et d'analyse. Cette infrastructure inclut des établissements de formation et de vulgarisation; l'élaboration de normes applicables aux produits; des laboratoires pour l'analyse des sols et des produits; l'analyse de l'eau et de l'air, l'analyse vétérinaire et l'analyse médicale; ainsi que des méthodes d'étude et des bases de données pour l'évaluation des terres, la cartographie et l'enregistrement fonciers, et les évaluations socioéconomiques. Les projets de GIT pourront difficilement donner les résultats escomptés si les pays ne disposent pas des compétences voulues sur place pour appliquer la démarche requise et si les démarcations traditionnelles entre les institutions et les secteurs empêchent les intéressés de coopérer d'assez près pour mettre à profit les compétences. L'établissement d'un service dynamique de vulgarisation dans le secteur agricole donnerait accès à une expérience pratique d'importance cruciale et au savoir des gens du milieu et offrirait les moyens de faire connaître les buts et les méthodes de la GIT aux utilisateurs des terres. Le matériel moderne d'analyse et de recherche ainsi que le matériel et les logiciels informatiques doivent être assez facilement accessibles pour satisfaire les besoins d'évaluation, de recherche et de surveillance de la GIT.

Comme l'introduction de la GIT nécessite l'appui de tous les intéressés et d'une autorité centrale, si l'on veut qu'elle porte fruit à long terme, il importe que la population soit suffisamment bien éduquée pour comprendre et apprécier les buts d'une gestion durable des terres. Le développement durable passe donc par une éducation scolaire et parascolaire mettant en œuvre tous les moyens disponibles ainsi que par l'adoption de structures législatives et foncières favorables à une sécurité économique à long terme.

Si elles ne sont pas aussi prestigieuses ni aussi séduisantes que la télédétection et la biotechnologie, les technologies d'appui n'en sont pas moins tout aussi essentielles au succès de la GIT et servent parfois de mécanismes d'intégration propres à inciter divers secteurs de la société à travailler ensemble. Par exemple, la création de réseaux informatiques en liaison, au sein desquels chaque groupe a la responsabilité de fournir une partie

des renseignements nécessaires à tous, peut favoriser la coopération entre des organismes ou des groupes qui n'ont encore jamais travaillé ensemble. Investir dans une infrastructure de cette nature est une condition de succès de la GIT.

Entraves à la gestion intégrée des terres

De nombreux obstacles empêchent une mise en œuvre efficace de la gestion intégrée des terres (GIT), tant sur le plan local qu'à l'échelle mondiale. Certains de ces obstacles peuvent être éliminés grâce à la technologie, mais beaucoup proviennent du fait que les technologies actuelles ne sont pas accessibles aux pays qui en ont le plus besoin. Pour lever nombre des obstacles à la GIT, il faudra prendre des décisions sur la répartition des ressources à l'échelle nationale et internationale. On distingue quatre principaux types d'obstacles à la GIT :

- le manque d'accès à l'information et à la technologie ;
- les lacunes de l'infrastructure institutionnelle ;
- la non-viabilité de certaines formes d'exploitation des terres ;
- les conflits entre les objectifs relatifs à l'utilisation des terres.

Compte tenu des variations des conditions environnementales et socioéconomiques, il arrive que des technologies qui conviennent à la GIT dans une situation donnée se révèlent inappropriées ou inabordable dans une autre situation. Les obstacles à la GIT diffèrent également d'une région à l'autre et d'un pays à l'autre. Même si la science et la technologie peuvent contribuer à lever chacun de ces obstacles, l'engagement et les ressources du secteur politique et du secteur économique sont essentiels.

Manque d'accès à l'information et à la technologie

La GIT doit d'abord s'appuyer sur des données portant sur la qualité des terres et sur leur utilisation, ce qui suppose des renseignements sur :

- les propriétés de base des sols (le potentiel du point de vue de l'exploitation forestière, de la production agricole, de l'exploitation minière et de la biodiversité, par exemple) ;
- les limites inhérentes aux divers types de terres ;
- la vulnérabilité à la désertification, à l'érosion, à la pollution des eaux souterraines et à d'autres formes de dégradation ;
- la répartition des utilisations du sol et la structure des propriétés foncières ;
- les contraintes liées à la réglementation ;
- les incidences urbaines et industrielles.

Malheureusement, les renseignements nécessaires à l'analyse de nombreuses situations critiques de gestion des terres dans des pays en développement sont inexistantes ou inutilisables.

Le manque de renseignements de base tient principalement à la difficulté d'accès aux outils technologiques utilisés pour la collecte et l'analyse des renseignements. Les outils et les méthodes scientifiques d'évaluation des renseignements nécessaires à la prise de décisions sur l'aménagement et l'utilisation des terres existent bel et bien, mais ils ne sont pas uniformément répartis dans le monde. Dans certains cas, les fonds nécessaires à l'acquisition des technologies sont insuffisants ; dans d'autres, ce sont les infrastructures et les bases d'enseignement nécessaires au soutien des technologies acquises qui font défaut. Plus la qualité des ressources diminue, plus des outils de planification de l'utilisation des terres comme la télédétection et la programmation interactive d'objectifs multiples (PIOM) se révèlent utiles ; en outre, la faible productivité des terres pauvres rend d'autant moins abordables les technologies d'évaluation et la formation qu'elles requièrent.

Dans certains cas, l'information requise existe, mais on n'en tient pas compte. Il peut être aussi grave de ne pas réagir à un problème que de ne pas le déceler. Souvent, les outils

disponibles ne sont utilisés qu'accessoirement, si bien que la planification et la gestion de l'utilisation des terres demeurent fragmentaires et inadéquates. Dans de tels cas, les observations à long terme sur l'état de l'environnement sont peu abondantes. Pour apprécier l'efficacité des mesures prises par les pouvoirs publics et la gestion de l'utilisation des terres qui en résulte, il est essentiel de contrôler l'exploitation des ressources à l'aide d'indicateurs de durabilité. Ce contrôle doit comporter une forte composante locale, les mesures et les observations étant faites par des personnes dûment formées. Les technologies de pointe comme la télédétection se révèlent souvent utiles à cet égard.

Le transfert de technologies et de connaissances d'un pays à un autre est entravé par l'absence de méthodes et de définitions communes en ce qui a trait aux propriétés de base des terres — types de sol, climat, formes d'exploitation, types de couverture, etc. Des définitions uniformisées de ces propriétés sont en cours d'établissement dans le cadre d'un projet conjoint du Programme des Nations Unies pour l'environnement, de la FAO et du Centre des Nations Unies pour les établissements humains, ce qui devrait faciliter considérablement la mise en œuvre de la GIT.

Stratégie nationale de conservation du Pakistan

Allié à une industrialisation et à une urbanisation rapides, l'accroissement de la population du Pakistan aurait pu empêcher une utilisation optimale des ressources du pays. Le gouvernement du Pakistan a donc adopté une stratégie nationale de conservation (NCS) afin de coordonner les interventions publiques applicables à l'exploitation des ressources. La NCS prévoit des investissements d'environ 50 milliards de dollars américains s'échelonnant sur une période de 10 ans, dans le cadre d'un plan d'action destiné à maintenir des sols en culture; à accroître l'efficacité de l'irrigation; à protéger les bassins hydrographiques; à appuyer la foresterie et les plantations; à restaurer des prairies naturelles; à améliorer le bétail; à protéger les nappes d'eau; à appuyer les pêches; à conserver la biodiversité; à accroître l'efficacité énergétique; à mettre en valeur et à exploiter les ressources renouvelables; à prévenir et à réduire la pollution; à gérer les déchets urbains et à appuyer les institutions disposant de ressources communes en matière de gestion des terres.

La science et la technologie ne sont pas une panacée. Parfois, le manque de renseignements utiles peut tenir à l'imprécision des moyens scientifiques et techniques. Il n'est pas possible de donner des réponses scientifiques définitives à toutes les questions relatives à l'utilisation des terres et à son incidence sur l'environnement, l'économie et la société. Les données sont parfois si complexes qu'on ne peut les interpréter correctement ou en tirer des extrapolations pour d'autres environnements. Par ailleurs, l'interaction dynamique des humains avec les processus environnementaux est complexe et mal comprise. Par exemple, les effets de l'activité humaine sur l'atmosphère de la planète demeurent ambigus. Les conséquences prévues par les scientifiques vont d'un refroidissement de la planète à un réchauffement de la planète et à l'effet de serre. De tels renseignements n'ont aucune valeur pour les décideurs, la seule issue étant de poursuivre les recherches scientifiques en vue d'améliorer le processus de décision.

Lacunes de l'infrastructure institutionnelle

Au cours des dernières décennies, nous avons beaucoup appris sur l'utilisation des terres, mais la diffusion de nos connaissances ne s'est pas faite au même rythme. Cet état de choses tient notamment à un manque de mécanismes adéquats de transfert, à un sous-emploi des mécanismes en place et à un manque de communication et de coopération entre les organismes responsables des divers aspects de l'utilisation des terres. La diffusion de l'information peut se faire de bien des façons : campagnes de sensibilisation et éducation ; utilisation des connaissances des gens du milieu ; professionnels formés ; infrastructure institutionnelle ; mécanismes d'échange de connaissances et de technologies entre organismes ainsi qu'à l'échelon local, régional et international.

La promotion de la gestion des ressources à différents niveaux de planification — de l'échelon central et régional au niveau local (village) — passe par la mise en place d'un cadre bien conçu et bien appliqué. Malheureusement, les personnes qui ont à la fois une formation dans le domaine de l'environnement et de l'expérience en gestion des terres sont souvent rares aux échelons où leur présence serait fort précieuse. Il est

arrivé également, surtout autrefois, qu'on n'accorde pas assez d'attention aux questions environnementales dans l'enseignement public. Les services de vulgarisation mettent parfois l'accent sur le rôle des hommes (négligeant celui des femmes) dans l'agriculture, l'énergie domestique et d'autres questions environnementales. Or, l'accès des femmes à l'éducation est un aspect crucial de la réussite des programmes de développement axés sur la GIT.

Le manque de coopération et de communication entre les organismes peut entraîner des doubles emplois et un gaspillage de ressources. Au niveau des institutions, l'absence de mécanismes satisfaisants de transfert de données sur les conditions du marché et les possibilités commerciales peut avoir des conséquences aussi graves qu'un manque de renseignements sur les technologies agricoles. Il est arrivé qu'on introduise des technologies sans souligner leurs inconvénients — la toxicité d'une surutilisation de biocides, par exemple.

Sans échanges de renseignements, les services de vulgarisation sont incapables d'établir les liens voulus entre les besoins des cultivateurs et les résultats des recherches. Les instituts de recherche qui concentrent leurs efforts sur des régions avantagées peuvent parvenir à des résultats qui n'offrent guère d'intérêt pour les régions moins avantagées. Le riche fonds de connaissances des gens du milieu constitué au fil des générations risque de se perdre rapidement, ce qui ne joue manifestement pas en faveur de la durabilité. L'association de techniques agricoles indigènes non préjudiciables à l'environnement et de techniques agricoles modernes à rendement élevé peut mener à l'utilisation la plus efficace des intrants et offrir les meilleures chances de rentabilité, les effets secondaires sur l'environnement étant réduits le plus possible.

Formes non viables d'exploitation des terres

Les formes non viables d'exploitation des terres comprennent la surexploitation, la pollution et l'épuisement des ressources naturelles. Aucune société ne compromet délibérément son bien-être futur ou sa survie par des pratiques non viables. Toutefois, des pressions économiques — et parfois la simple nécessité d'assurer sa survie à court terme — peuvent être à l'origine de la

dégradation ou de l'épuisement des ressources nécessaires à la survie et au bien-être économique à long terme. Les structures de prix, les subventions, les incitatifs fiscaux et les politiques commerciales des États au chapitre des aliments, du bois, de l'énergie et des ressources minérales peuvent encourager et même contraindre des utilisateurs à épuiser les ressources naturelles et à miner ainsi leurs propres moyens de subsistance. Tant les politiques économiques nationales que les politiques internationales peuvent pousser des utilisateurs à adopter des formes d'exploitation non viables.

Les terres se dégradent quand leur capacité biogénique se trouve réduite par des conditions météorologiques extrêmes — la sécheresse, par exemple — ou par le surpâturage ou l'érosion. Certaines régions sont beaucoup plus vulnérables à ces problèmes en raison de leur climat, de leurs sols, de leur topographie et d'autres facteurs.

Une répartition inéquitable des terres et des ressources peut aussi être à l'origine d'une réduction de la capacité biogénique des terres : la dégradation s'accélère quand des groupes

Connaissance scientifique et préservation de la biodiversité

La connaissance scientifique peut nous aider à découvrir les situations où des formes d'exploitation des terres apparemment incompatibles sont en fait conciliables. Par exemple, on considère souvent que la conservation de la biodiversité ne peut pas aller de pair avec la production agricole. Pourtant, des travaux récents indiquent que les populations de bien des composantes de la biodiversité sont naturellement peu nombreuses sur les terres productives qui conviennent le mieux à l'agriculture, mais sont en revanche beaucoup plus nombreuses sur des terres peu productives où la valeur économique des matériaux génétiques à vocation biotechnologique peut être élevée. Pour préserver la diversité, il suffirait donc d'éviter de soumettre les terres pauvres à une exploitation agricole intensive et d'adopter des méthodes de production alimentaire efficaces comme les cultures mixtes sur les terres productives, en les empêchant de se dégrader. Les terres pauvres pourraient ainsi être réservées à la protection des bassins hydrographiques, à l'alimentation des nappes phréatiques, à l'amélioration de la qualité de l'eau et au tourisme.

sociaux sont forcés d'exploiter des terres pauvres. L'occupation passagère des terres ou l'absence de moyens techniques permettant de fixer le mode d'occupation des terres peuvent être une cause de dégradation, les utilisateurs n'ayant aucune motivation à améliorer ou à conserver des ressources pour l'avenir.

Si la concentration de la population dans des régions urbaines présente l'avantage d'accroître l'efficacité et de réduire le coût de l'infrastructure sociale et matérielle, en revanche, l'expansion des régions urbaines a des retombées directes sur l'environnement voisin :

- Le seuil critique d'auto-purification de l'environnement peut être dépassé.
- Les ressources en eau et en énergie peuvent se révéler insuffisantes pour répondre aux besoins du développement urbain, de l'industrialisation et de la consommation des ménages. Par exemple, le bois est couramment utilisé comme source d'énergie pour la cuisson et le chauffage, dans la plupart des pays en développement. Les besoins en bois de chauffage des régions urbaines peuvent facilement dépasser la production annuelle. L'augmentation du coût de l'énergie n'est pas la seule conséquence. La déforestation diminue le pouvoir tampon du milieu adjacent et devient une cause d'érosion ; elle entraîne en outre une baisse de l'efficacité de l'agriculture, des transports et de l'industrie.

Japon : une longue histoire d'évaluation des terres

L'évaluation et l'amélioration de la capacité biogénique des terres ont joué un rôle non négligeable dans le développement social et économique du Japon. Des registres soigneusement tenus et une évaluation scrupuleuse de la production agricole à l'époque des Tokugawa ont permis aux souverains japonais d'asseoir leur assiette fiscale et d'ajuster la répartition de la population rurale et de la population urbaine (Sansom, 1931 ; divers travaux de Satō [1769–1850] cités dans Tsunoda *et al.*, 1958). Les sols fertiles de la région qui entoure aujourd'hui Tokyo ont permis la création d'un système agroéconomique intégré qui pourvoit aux besoins d'une population dense et appuie une structure sociale et économique riche.

- Les dépôts de polluants atmosphériques émis par des incinérateurs de déchets et des hauts fourneaux peuvent créer des concentrations nocives d'éléments toxiques dans des produits agricoles.
- Les effluents industriels et urbains peuvent rendre les eaux superficielles impropres à l'irrigation.

Comme la capacité biogénique d'une région est liée à des conditions sociales et économiques ainsi qu'à la quantité et à la qualité des ressources naturelles, la surpopulation est une notion relative. L'une des causes de la destruction des ressources d'une société est la surpopulation par rapport aux conditions économiques. La situation est particulièrement difficile quand les conditions pédologiques et climatiques locales ou régionales sont trop précaires pour garantir une utilisation rentable et durable des intrants agricoles de l'extérieur et que le manque de main-d'œuvre qualifiée et d'autres conditions économiques empêchent la création d'emplois non agricoles, comme c'est le cas à la périphérie des déserts et dans les régions semi-arides. Il ne serait pas économiquement rentable de faire des investissements technologiques massifs dans ces régions en raison de la faiblesse du pouvoir d'achat des populations locales et du manque de possibilités d'accroissement de la production. À long terme, toutefois, négliger les régions pauvres risque de mettre en péril les régions productives dans la mesure où la détérioration ou la disparition des fonctions écologiques, sociales et économiques des régions peu productives pourrait compromettre le bien-être des régions plus productives. Investir des fonds publics pour appuyer des formes d'exploitation durable des terres pourrait fort bien être le moyen le plus efficace de préserver les fonctions des écosystèmes des régions peu productives et éviter ainsi des migrations et leurs cortèges de problèmes sociaux et économiques.

Conflits entre les objectifs d'utilisation des terres

Le but de la planification de l'utilisation des terres est de permettre d'utiliser au mieux les terres pour atteindre des objectifs sur lesquels on s'est entendu. Toutefois, des conflits surgissent

Conservation, mise en valeur et gestion des terres en Inde

Compte tenu de la forte densité de population de l'Inde et de la richesse de ses ressources naturelles et culturelles, la gestion de l'utilisation des terres y joue un rôle crucial. En 1991, une consultation nationale sur la conservation, la mise en valeur et la gestion des terres a permis de cerner d'importantes questions d'orientation et a mené à l'adoption d'une approche intégrée et rigoureusement scientifique de la gestion des terres du pays. Diverses mesures ont été envisagées :

- établissement d'un plan global d'aménagement du territoire pour orienter l'exploitation minière et industrielle et le développement urbain ;
- coordination de politiques sectorielles connexes comme la politique forestière nationale, la politique nationale des eaux, la politique nationale du logement et la politique nationale d'aménagement du territoire ;
- priorité accrue aux mesures de protection et de régénération des forêts ;
- diversification de l'agriculture, une attention spéciale étant accordée aux problèmes de la salinité et de l'engorgement des sols, de l'acidification et des régions désertiques et exposées aux sécheresses ;
- atténuation des risques (inondations, tremblements de terres, etc.) dans les régions menacées ;
- formation du personnel ;
- mise à jour continue des données sur les ressources en terres de l'Inde par l'emploi de la télédétection et de banques de données informatisées.

Le projet de planification agroclimatique régionale de la commission indienne de planification a facilité l'établissement d'un plan d'aménagement territorial à l'échelle nationale et régionale. La commission a divisé le pays en 15 régions agroclimatiques d'affectation de ressources techniques et scientifiques au secteur de l'agriculture et à des secteurs connexes dans le cadre du huitième plan quinquennal (1992-1997) et au-delà. La science et la technologie seront mises à profit dans la planification, la mise en œuvre et la gestion des programmes axés sur ces questions.

inévitablement entre les différents groupes sociaux qui poursuivent des buts différents et ne partagent pas le même point de vue quant à la mise en valeur des terres. Par exemple, le développement urbain et industriel oblige souvent à empiéter sur des terres extrêmement précieuses du point de vue de la production agricole. Dans les régions arides, les déplacements saisonniers du bétail sont habituellement une source de conflits entre pasteurs et agriculteurs. Les défenseurs de l'environnement poursuivent généralement des buts en matière de gestion des terres qui diffèrent de ceux des exploitants agricoles ou des gens d'affaires. Souvent, ces buts sont liés et se chevauchent : il faut trouver un compromis. Comme il n'y a pas toujours de solution technologique simple, les sociétés se trouvent dans l'obligation de prendre des décisions difficiles.

La solution à un différend n'est pas toujours évidente. Par exemple, l'agriculture à intrants élevés donne habituellement de meilleurs ratios d'intrants par unité de production que l'agriculture à faibles intrants parce que les ressources sont utilisées avec plus d'efficacité, grâce à l'optimisation des conditions de croissance. La productivité de l'agriculture à intrants élevés permet aussi aux exploitants agricoles d'utiliser moins de terres pour produire autant d'aliments qu'en produit l'agriculture à faibles intrants sur des surfaces bien supérieures. L'agriculture à intrants élevés permet donc de consacrer un plus vaste territoire à la conservation de la nature, à la protection de la biodiversité et des bassins hydrographiques, et à d'autres usages importants pour la société. En revanche, comme l'agriculture à intrants élevés fait appel à d'importantes quantités de produits chimiques, les risques de contamination locale de l'environnement sont plus grands. Dans cet exemple, la difficulté de trancher est manifeste : doit-on employer des ressources non renouvelables le plus efficacement possible dans les régions bien pourvues et tolérer localement des niveaux de pollution élevés, ou doit-on utiliser ces ressources de manière moins efficace et faire en sorte que l'environnement soit moins pollué ? De telles questions ne peuvent être dissociées des conditions socioéconomiques, qui peuvent nécessiter l'introduction de subventions d'intrants de l'extérieur, la création d'emplois non agricoles et des mesures de soutien du revenu. Il appartient aux décideurs d'évaluer avec soin tous ces aspects.

Des instances publiques — conseil de village, office des travaux publics, conseil de développement, administration

régionale ou nationale — doivent être associées aux négociations visant à régler les conflits dans l'utilisation des terres et à la mise en œuvre des solutions retenues. Autrement, rien ne changera. Dans certaines régions du monde, les mécanismes qui avaient permis de réglementer efficacement l'utilisation des terres pendant des siècles ont été affaiblis à l'époque coloniale. Des lois inspirées de la législation des pays colonisateurs ont été adoptées alors même que les systèmes indigènes d'occupation des terres demeuraient en vigueur, créant une source de confusion. Les conditions agroécologiques ont été négligées, et les terres se sont dégradées.

La GIT suppose des choix fondés sur des objectifs pertinents et clairs. Comme la terre remplit de nombreux rôles, ces choix entraînent inévitablement des conflits. Toutefois, plus les ressources naturelles sont rares et de piètre qualité, plus il est risqué de retarder la prise de décisions et d'éviter de s'engager dans une planification et une gestion intégrées de l'utilisation des

La recherche scientifique : un outil précieux pour éviter le gaspillage de ressources peu abondantes

L'évaluation des contraintes environnementales et de la capacité biogénique joue un rôle crucial dans les régions aux terres arides, où des variations climatiques extrêmes peuvent déstabiliser la production agricole et entraîner des exodes de population. Les sécheresses périodiques qui frappent le Mali et le reste du Sahel provoquent l'effondrement des systèmes agricoles et pastoraux et causent de ce fait des migrations massives et des situations de crise qui nécessitent une aide humanitaire. L'analyse des contraintes que le climat et le sol imposent à la productivité des systèmes agricoles et pastoraux révèle que le principal facteur limitatif n'est pas l'eau, mais le manque d'éléments nutritifs dans le sol. Aussi de coûteux travaux d'irrigation peuvent-ils être entrepris en pure perte si l'on ne s'occupe pas au préalable des autres facteurs limitatifs. La GIT a permis d'éviter un gaspillage de ressources en Éthiopie, où la FAO a fait une analyse de la vocation des sols fondée sur le concept des zones agroécologiques, dans le cadre d'un projet de construction d'un barrage dans la région du Kesem. Des analyses de sol ont révélé que le projet d'irrigation ne pouvait porter fruits compte tenu des propriétés des sols et de leur répartition. L'évaluation des terres a néanmoins permis de répertorier des secteurs adaptés à diverses formes d'agriculture à sec.

terres. Le processus d'épuisement s'accélère si l'accès aux ressources naturelles et aux intrants de l'extérieur n'est pas équitable ou si la population n'intervient pas collectivement : la dégradation irréversible des régions moins avantagées qui s'ensuivra menacera les fonctions des régions voisines mieux nanties.

Conclusion et recommandations : transfert de technologies et création de capacités

Les sciences et la technologie peuvent aider à lever certains obstacles à la gestion intégrée des terres (GIT), plus particulièrement les problèmes relatifs à la planification et à la mise en œuvre de la gestion des terres (voir à ce sujet les sections « Formes non viables d'exploitation des terres » et « Conflits entre les objectifs d'utilisation des terres » du chapitre 3). D'autres obstacles commandent cependant des solutions d'ordre socio-économique ; c'est le cas notamment des problèmes liés à l'acquisition de données et de technologies appropriées (voir à ce sujet la section intitulée « Manque d'accès à l'information et à la technologie » du chapitre 3). L'éducation et l'infrastructure sont des thèmes qui touchent tous les aspects de la GIT (voir à ce sujet la section « Lacunes de l'infrastructure institutionnelle » du chapitre 3). Les obstacles à l'éducation et à la vulgarisation, les coûts et l'emploi du matériel ont été examinés dans d'autres documents (p. ex., ONU, 1994) ; ils n'en limitent pas moins considérablement l'introduction de la planification et de la gestion de l'utilisation des terres dans de nombreux pays en développement.

Tant les problèmes relatifs à l'utilisation des terres que les types d'obstacles rencontrés sont étroitement liés aux conditions environnementales et socioéconomiques locales. Il est donc

important que les solutions envisagées soient souples et qu'elles puissent être adaptées à la situation d'un pays ou d'une région. L'expérience des pays industrialisés et des pays en développement montre qu'il y a plusieurs façons d'éliminer les obstacles à l'introduction de la GIT. Ces approches peuvent être groupées sous quatre grandes rubriques :

- coopération intragouvernementale et intergouvernementale ;
- partenariats entre le secteur privé et le secteur public ;
- programmes ciblés de formation et de soutien technologique ;
- investissements publics directs dans la protection des ressources.

Coopération intragouvernementale et intergouvernementale

Les pays qui manquent de ressources financières, d'infrastructures, de personnel qualifié et de savoir-faire pourraient trouver avantageux de mettre en commun leurs ressources pour se procurer les données et les technologies dont ils ont besoin. En plus de leur fournir un moyen efficace de partager des solutions à des problèmes communs, cette approche coopérative pourrait accroître la qualité et le niveau des données et des technologies obtenues.

Les efforts de coopération de cette nature n'ont cependant pas toujours porté fruits. Les expériences heureuses et malheureuses du passé nous aident à cerner les facteurs qui déterminent le succès des efforts de coopération :

- *Buts communs et méthodes communes* — Il est essentiel que les participants poursuivent des buts communs et que les données ou les technologies qui seront partagées permettent clairement aux participants d'atteindre ces buts. Des efforts « descendants » déployés par les organismes internationaux pour fournir des renseignements recueillis par satellite n'ont pas donné les résultats escomptés parce que les données n'étaient pas présentées sous une forme utile ou étaient trop générales pour répondre aux besoins précis des différents pays. Les technologies doivent être suffisamment souples pour donner des résultats utiles, à différents niveaux de développement technologique.

- *Engagement de tous* — Créer un bassin de personnes qualifiées et expérimentées et l'infrastructure technique requise nécessite d'importants investissements financiers et un engagement à long terme du personnel et des institutions. Avant d'entreprendre quoi que ce soit, les participants éventuels doivent s'engager à déployer des efforts soutenus. Les programmes qui ne comportent pas d'engagement de cette nature donnent rarement de bons résultats.
- *Structure administrative neutre* — Pour que la coopération soit fructueuse, il faut que les partenaires soient tous traités sur

Institut international de recherche sur le riz : coopération fructueuse en matière de transfert de technologie

Des travaux de recherche dirigés par l'Institut international de recherche sur le riz, mais menés conjointement par des instituts de pays industrialisés et de pays en développement, dont 16 centres nationaux de recherche agricole (CNRA) d'Asie, offrent un bon exemple de programme technologique réalisé là où il est le plus utile. L'objectif premier du programme était d'améliorer les systèmes de production de riz par le transfert de compétences en modélisation et en simulation. Pour établir une masse critique dans les CNRA, des équipes multidisciplinaires ont été formées. Du matériel informatique et des logiciels ont été fournis, et des cours sur leur utilisation ont été organisés. Les établissements participants étaient tenus de prendre des engagements à long terme en matière de personnel et de soutien. L'acquisition d'un langage commun et la création d'un réseau ont permis des échanges directs de résultats, l'accès à des bases de données communes et la coordination d'efforts continus et complémentaires. Grâce aux expériences sur le terrain ou en laboratoire et aux travaux de modélisation, on est parvenu à répertorier les variables et les procédés clés nécessaires à l'amélioration des systèmes de gestion des cultures. De plus, les CNRA sont désormais en mesure de tirer parti de moyens scientifiques internationaux.

L'expérience de la Chine, de l'Inde et des Philippines montre que cette approche peut être facilement adaptée à l'échelon national et faciliter ainsi les travaux interétablissements et interdisciplinaires et la mise en commun des connaissances (Penning de Vries *et al.*, 1991). Le système d'information sur la recherche agricole que sont en train de mettre sur pied le conseil indien de recherche agricole et les universités publiques d'agriculture avec l'aide du Service international pour la recherche agricole nationale fournira un précieux outil d'échange de renseignements à l'échelle internationale.

un pied d'égalité et qu'aucun n'ait la main haute sur les ressources ou sur le choix des objectifs. Pour éviter qu'un partenaire en vienne à occuper une position dominante, il est essentiel d'adopter des structures qui comportent une administration neutre et indépendante ou dont la direction est assurée à tour de rôle. Il importe aussi de respecter et de protéger juridiquement les droits de propriété intellectuelle des participants.

Les réseaux de coopération de cette nature peuvent servir à différents niveaux. De petits pays partageant des ressources communes (des bassins hydrographiques ou des chaînes de montagne, par exemple) ou aux prises avec des problèmes communs (la désertification, par exemple) peuvent coopérer en vue de mettre en commun leurs ressources et de mener à bien ensemble ce qu'aucun d'entre eux n'aurait pu faire seul. La coopération intrasectorielle a aussi donné de bons résultats dans les pays plus grands (stations de recherche agricole de différentes régions partageant par exemple des systèmes informatiques d'accès à des données obtenues par satellite ou par des sources de renseignements classiques). Les réseaux offrent un bon moyen de mettre en commun des ressources publiques, mais ils peuvent également servir à structurer de façon efficace et rentable des activités appuyées par des donateurs.

Les ententes de coopération de ce genre peuvent se révéler extrêmement précieuses dans le domaine de l'éducation, de la formation, du développement de l'infrastructure et de la création d'institutions. Bien que la plupart des exemples de cette approche intéressent le domaine de l'agriculture et des ressources naturelles, rien n'empêche de l'appliquer à d'autres domaines du développement durable : modes de règlement de conflits, technologies de fabrication, technologies d'efficacité énergétique, de recyclage et de réutilisation, technologies d'écogéologie, méthodes d'établissement du plan de zonage en milieu urbain, etc.

Partenariats entre le secteur privé et le secteur public

Le secteur privé peut apporter une contribution importante et avantageuse pour toutes les parties, à la recherche et au développement (R-D) ainsi qu'à la création d'infrastructures, favorisant

ainsi une approche intégrée de la gestion des terres. Les moyens utilisés pour y parvenir sont fort variés. En voici quelques exemples :

- Les crédits bancaires de mise en œuvre de technologies reconues ou d'élaboration de nouvelles technologies sont un excellent moyen d'associer l'exploitation durable des terres au développement économique. Des programmes d'investissement fructueux s'appuyant sur des prêts à la collectivité et sur des coopératives de femmes ont montré comment le capital pouvait favoriser les transferts de technologies.
- Des instituts de R-D de nombreux pays industrialisés et de certains pays en développement bénéficient d'un appui conjoint du secteur privé et du secteur public pour mettre au point des technologies ou des produits nouveaux ou pour étudier des questions d'importance pour le secteur privé. Cette forme d'investissements privés va de pair avec le développement de marchés et devrait prendre de l'ampleur à mesure que les marchés se développent.
- Le développement de marchés qui nécessite la formation de personnel de soutien technique et l'établissement de services régionaux peut favoriser la GIT quand des technologies appropriées sont également en place.
- Des programmes de bourses d'entreprises peuvent créer un bassin de personnes compétentes sur place.
- Des compagnies offrant des produits à titre incitatif peuvent aider à développer des marchés tout en rendant la technologie accessible et en assurant la formation. Par exemple, des écoles et des municipalités pourraient se voir offrir des ordinateurs ou des cours techniques à l'achat de certains produits.
- L'infrastructure actuelle du secteur privé – les réseaux de distribution de produits et de diffusion de l'information sur les produits, par exemple – peut servir à diffuser des renseignements sur les technologies qui intéressent la GIT. Ces réseaux pourraient jouer un rôle particulièrement utile là où les moyens d'information publique ne sont pas développés (dans les régions rurales ou montagneuses, par exemple) et seraient avantageux pour les stations de recherche et les services de vulgarisation agricole qui ont des difficultés de communication et de transport.

Alors que les entreprises nationales et internationales s'engagent à atteindre les objectifs à long terme du développement durable, les partenariats entre le secteur privé et le secteur public pourraient profiter grandement à la GIT.

Programmes ciblés de formation et de soutien technologique

Les formes d'exploitation qui détruisent la capacité des écosystèmes agricoles constituent la plus grave menace pesant sur la production durable d'aliments dans la majeure partie des terres peu productives de la planète. Des applications bien ciblées de la technologie peuvent aider à lever le principal obstacle à la planification d'une utilisation durable des terres : le manque d'information. L'intégration efficace des activités de planification de l'utilisation des terres peut se révéler extrêmement difficile au niveau des villages, par exemple, en raison du manque de données sur les terres avoisinantes, notamment sur la propriété foncière et sur les limites des collectivités territoriales ; sur les limites des zones protégées ou réservées ; sur l'état actuel des terres ; et sur la valeur éventuelle des terres pour l'agriculture, l'exploitation minière, le tourisme, la protection des bassins hydrographiques, etc. Il est possible de rendre plus efficace la planification de l'utilisation des terres à l'échelon des villages en mettant en place des programmes locaux de formation dans le domaine de la collecte et de l'évaluation de données et en offrant des technologies et des outils appropriés. Un petit investissement au chapitre de la formation et de la technologie en vue d'appuyer des programmes cadastraux peut transformer des pratiques d'utilisation des terres en fournissant l'infrastructure technique indispensable à la stabilisation du mode d'occupation.

Les méthodes de règlement de conflits comme la programmation interactive d'objectifs multiples (PIOM) favorisent la participation de tous les intéressés au règlement des différends relatifs à l'utilisation des terres. Ces conflits peuvent avoir plusieurs origines : divergences d'intérêts, de valeurs et d'influence entre le secteur privé et le secteur public ; manque de pouvoir de décision à l'échelon local sur l'utilisation des terres et les ressources ; inégalité de répartition des ressources et des pouvoirs ; manque de mécanismes efficaces d'analyse, d'évaluation

et de règlement de conflits ; manque d'orientation efficace de la part des organes de décision. Le règlement de tout conflit sur l'utilisation de terres fait inévitablement intervenir des jugements de valeur et des évaluations subjectives ou normatives de solutions de rechange. L'établissement d'un plan d'exploitation durable des terres, acceptable pour toutes les parties prenantes, et sa mise en œuvre requièrent un puissant leadership et des conseils des autorités voulues. Au cours de l'histoire, de graves troubles sociaux sont nés de l'absence d'efforts pour résoudre ce genre de différends.

Pour élaborer un plan intégré d'utilisation des terres propice au développement durable, il est essentiel d'améliorer la capacité d'analyse et d'évaluation de politiques des organes de décision, et ce à tous les échelons. L'évaluation des politiques doit s'appuyer sur des renseignements exacts concernant l'état actuel et la capacité des terres à satisfaire les besoins futurs de la société : production agricole, énergie, ressources minérales, réserves d'eau potable, faune et conservation, loisirs et tourisme, etc. Donner aux décideurs la formation et les instruments d'analyse dont ils ont besoin pour évaluer les politiques constituerait un grand pas en avant en faveur de la GIT.

Des transferts de technologies Nord-Sud à Trieste se traduisent par des collaborations Sud-Sud partout dans le monde

Depuis 1982, le Centre international de physique théorique et la Third World Academy of Sciences de Trieste, en Italie, ont parrainé des cours et des ateliers d'écologie mathématique. Tous les deux ans, des scientifiques de renom des États-Unis et d'Europe rencontrent une cinquantaine de participants de pays en développement dans le cadre d'un cours intensif de trois à quatre semaines portant sur les solutions mathématiques et informatiques de problèmes intéressant l'épidémiologie, la pollution de l'eau et l'écotoxicologie, la gestion des ressources et la bioéconomie ainsi que la planification de l'utilisation des terres. D'anciens participants au cours appliquent aujourd'hui ces méthodes dans des universités et des établissements publics de toutes les régions du monde. Des ateliers internationaux inspirés de ces cours ont été organisés par d'anciens participants au Nigeria, en Argentine et au Mexique, et d'autres sont prévus en Asie et dans divers pays en développement.

Investissements publics directs dans la protection des ressources

Pour mettre fin aux formes d'exploitation préjudiciables des terres avant qu'elles ne mènent à la dégradation permanente de la capacité des terres à assurer la subsistance de l'humanité, il importe que le secteur public s'engage à favoriser des modes d'exploitation durable. Comme la détérioration des terres peu productives a des répercussions sur les régions peuplées et sur les terres productives, les gouvernements consentent souvent d'importants investissements dans les régions économiquement défavorisées. Depuis des siècles, par exemple, les Pays-Bas investissent massivement dans la construction de digues et de canaux qui assurent la protection de villes et de régions agricoles qui sont loin de l'endroit où les travaux sont faits. De même, le gouvernement chinois a appuyé d'importants programmes de plantation d'arbres dans des régions semi-arides pour empêcher que l'érosion éolienne ne cause des problèmes dans des régions urbaines situées à l'est. Le soutien des prix agricoles peut aider les régions pauvres à adopter des pratiques agricoles durables au lieu de continuer de dégrader les terres. De telles mesures de soutien des prix peuvent aussi faciliter la transition de modes d'exploitation agricole non durables à des méthodes durables qui finiront par mener à l'autosuffisance. Les investissements directs dans des utilisations précises des terres visant à appuyer l'économie de régions peu productives sont souvent la solution la plus rentable aux problèmes causés par des formes d'exploitation destructrices des terres.

Les investissements publics peuvent également servir à créer des établissements de recherche chargés d'étudier des problèmes propres aux régions peu productives — des questions intéressantes par exemple l'agriculture durable, la foresterie, l'exploitation minière et d'autres ressources. Quand les établissements sont implantés dans les régions défavorisées, ils peuvent en outre contribuer au développement local de l'éducation et de l'infrastructure. Les investissements publics directs de cette nature revêtent une importance stratégique dans les situations où les solutions commerciales à court terme qui motivent le secteur privé ne permettent pas de résoudre les problèmes d'exploitation des terres. L'administration centrale doit alors disposer

des renseignements et des outils d'évaluation pertinents des politiques pour prendre des décisions allant dans le sens de la gestion intégrée des terres et du développement durable.

Programme d'avenir

Même si l'on possède les solutions scientifiques et techniques à de nombreux problèmes d'exploitation des terres dans le monde, la majorité des problèmes ne cessent de s'aggraver. De nombreuses approches de la gestion et de la planification de l'utilisation des terres ont échoué parce qu'elles avaient des visées trop étroites et ne tenaient pas compte de tous les facteurs propres à favoriser le développement durable. C'est pourquoi la PIOM met l'accent sur une approche holistique et intégrée, jugée indispensable à l'application fructueuse de la science et de la technologie.

Tant les technologies de pointe que les technologies traditionnelles ont un rôle essentiel à jouer dans la planification et la gestion intégrées de l'utilisation des terres. Comme nous l'avons vu, la PIOM a permis de définir quatre approches pratiques pour lever les obstacles à la GIT. Chacune peut appuyer divers programmes de transfert de technologies et de création de capacités technologiques. Tout programme de GIT devrait comporter les éléments essentiels suivants, chacun nécessitant l'application de technologies appropriées pour répondre à des besoins particuliers :

- *Information* — Il est important qu'à tous les échelons de la société, les intéressés disposent de renseignements exacts, sous une forme utilisable (voir la section « Sciences et technologies de l'information » du chapitre 2). Par exemple, la télévision et la radio peuvent fournir aux utilisateurs des terres des données sur les conditions météorologiques et sur les cultures ; les données par satellite et les systèmes informatiques peuvent servir à établir des cartes et à préparer des analyses pour les responsables de la planification de l'État.
- *Participation* — La participation concrète de tous les intéressés, et notamment des pauvres, des femmes et des minorités, est essentielle à une utilisation durable des terres. Les technologies de communication peuvent faciliter le dialogue à l'échelon local, régional et national, et les technologies

d'évaluation interactives peuvent favoriser les consensus, à tous les niveaux de la société.

- *Renforcement de l'autonomie* — Pour que les utilisateurs des terres s'engagent à adopter des formes d'exploitation durable, il faut qu'ils soient assurés d'en tirer des avantages. Des technologies d'appui comme celles qui font appel aux satellites de navigation pour définir les limites de propriété et d'occupation des terres peuvent donner une plus large autonomie aux décideurs locaux.
- *Facilitation* — Pour être efficace, l'application de la GIT doit s'appuyer sur un cadre cohérent de règlements et de structures commerciales au sein desquels les organismes sectoriels travaillent ensemble à la réalisation des mêmes objectifs régionaux et nationaux. Par exemple, tous s'entendent sur le fait que l'enseignement public et la formation professionnelle sont essentiels pour le développement durable.

Chaque pays a des problèmes de gestion des terres, des besoins et des solutions propres. En vertu de la PIOM, les principes énoncés dans le présent document devraient servir de base à la formulation de directives d'application de technologies permettant d'appuyer la GIT. La Commission du développement durable (CDD) et la Commission de la science et de la technique au service du développement (CSTD) pourraient envisager de créer un groupe de travail conjoint d'experts techniques et de donateurs qui serait chargé d'énoncer des lignes directrices sur lesquelles des groupes de planification technologique intersectorielle pourraient s'appuyer pour définir les besoins technologiques et suivre les progrès réalisés dans le sens de la GIT. Ces lignes directrices pourraient être examinées par la CDD et la CSTD dans leur session respective de 1997. Une fois adoptées, elles pourraient fournir un cadre national favorisant la coopération entre les organismes sectoriels, les organismes non gouvernementaux et les donateurs, ce qui permettrait une répartition et une utilisation efficaces des ressources technologiques.

Groupe d'étude de la gestion intégrée des terres

Mandat

Le Groupe d'étude de la gestion intégrée des terres a été créé dans le but de fournir à la Commission du développement durable (CDD) l'information dont elle a besoin dans ses délibérations en vue d'en arriver à l'« approche intégrée de la planification et de la gestion des ressources terrestres » (chapitre 10 d'Action 21 [ONU, 1992], adoptée lors de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement de Rio de Janeiro en 1992). Le Groupe d'étude a été chargé de se pencher sur les aspects de la gestion des terres se rattachant à la science et à la technologie. Ses travaux ont été examinés par la Commission de la science et de la technique au service du développement lors de sa seconde session (mai 1995) avant d'être présentés à la CDD.

Membres

Président

J. Dhar
Indian National Science Academy
New Delhi, Inde

Mohd. Ordin Hassan
Institute for Environment and Development
Selangor, Malaisie

Amada R. Maglinao
Philippine Council for Research and Development
Laguna, Philippines

T. Mteleka
Ministry of Science, Technology and Higher Education
Dar es-Salaam, Tanzanie

Hilal A. Raza
Hydro Carbon Development Institute of Pakistan
Islamabad, Pakistan

Gabriel Roveda
Corporation of Agriculture Research Institute
Mosquera, Colombie

George Waardenburg
Ministère des Affaires étrangères
La Haye, Pays-Bas

Xuan Zengpei
Commission d'État chargée des sciences et de la technologie
Beijing, Chine

Experts

Hendrik Breman
Centre de recherche agrobiologique
Wageningen, Pays-Bas

Michael Huston
Oak Ridge National Laboratory
Oak Ridge, Tennessee, États-Unis

D. Sims
Organisation des Nations Unies pour l'alimentation
et l'agriculture
Rome, Italie

Secrétariat

Kwaku Aning
Division des sciences et de la technologie, Conférence des
Nations Unies sur le commerce et le développement

Hiroko Morita-Lou
Division du développement durable, Département de la coordi-
nation des politiques et du développement durable

Application de la science et de la technologie à la gestion intégrée des terres

On trouvera ci-dessous une énumération de certains domaines dans lesquels la science et la technologie peuvent apporter une contribution immédiate à la gestion intégrée des terres. Ces domaines pourraient servir de base à l'établissement de programmes et de projets d'assistance technique.

- Télédétection et création d'une base de planification et de surveillance de l'utilisation des terres
- Surveillance de l'environnement
- Systèmes d'information géographique de base
- Études d'impact sur l'environnement
- Création et dissémination de races et de variétés supérieures
- Réduction et réutilisation des sous-produits
- Récupération et restauration de terres
- Gestion de la faune
- Gestion des sols
- Réduction des déchets et utilisation efficiente des terres
- Échange de renseignements au moyen de réseaux
- Établissement du cadastre et enregistrement fonciers

- Recyclage de l'eau
- Modélisation de systèmes d'approvisionnement en eau, d'irrigation, etc.
- Collecte, stockage, extraction et diffusion de renseignements, et notamment de données commerciales
- Prévention des catastrophes naturelles
- Systèmes de lutte contre les ravageurs
- Technologies énergétiques de remplacement
- Planification de l'utilisation des terres et des établissements humains en milieu urbain et rural
- Lutte contre la pollution

Sigles et acronymes

CDD	Commission du développement durable
CNRA	centre national de recherche agricole
CNUCED	Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement
CSTD	Commission de la science et de la technique au service du développement
DCPDD	Département de la coordination des politiques et du développement durable
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
GIT	gestion intégrée des terres
NCS	stratégie nationale de conservation [Pakistan]
PIOM	programmation interactive d'objectifs multiples
R-D	recherche et développement
SIG	système d'information géographique

Bibliographie

Ouvrages cités

- Beven, K.J. et Moore, I.D. (dir.), 1993, *Terrain analysis and distributed modelling in hydrology*, New York (NY, É.-U.), Wiley, 249 p.
- Breman, H., 1987, *The struggle of the green against the yellow dragon: the Chinese approach to desertification control and its usefulness for the Sahel*, Wageningen (Pays-Bas), Centre for Agrobiological Research (CABO).
- Cane, M.A. *et al.*, 1994, « El Niño warming predicts drought in South Africa », *Nature* (Londres, R.-U.), 21 juillet.
- Charreau, C., 1972, « Problèmes posés par l'utilisation agricole des sols tropicaux par des cultures annuelles », *Agronomie tropicale* (France), vol. 27, p. 905-929.
- CNUSTD (Commission de la science et de la technique au service du développement), 1994, *Land management in China: achievements and challenges*, Genève (Suisse), Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement, Rapport de pays de la CNUSTD.
- Drenner, R.W., Day, D.J., Basham, S.J., Smith, J.D. et Jensen, S.I., 1997, « Ecological water treatment system for removal of phosphorus and nitrogen from polluted water », *Ecological Applications*, vol. 7 [sous presse].
- Ellis, J. et Galvin, K.A., 1994, « Climate patterns and land-use practices in the dry zones of Africa », *BioScience*, vol. 44, p. 340-349.

- FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), 1990, *How good the Earth? Quantifying land resources in developing countries — FAO's agro-ecological zones studies*, Rome (Italie), Division de la mise en valeur des terres et des eaux, FAO.
- 1992a, « China: reclaiming the Loess Plateau », dans *Protect and produce: putting the pieces together*, Rome (Italie), Division de la mise en valeur des terres et des eaux, FAO, p. 14-17.
- Fresco, L.O. et Kroonenberg, S.B., 1992, « Time and spatial scales in ecological sustainability », *Land Use Policy*, vol. 9, n° 3, p. 155-168.
- Huston, M., 1994, *Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes*, Cambridge (R.-U.), Cambridge University Press.
- 1995, « Saving the planet (and U.S. Agriculture) with the 1995 Farm bill: a farm policy conference (report on a conference) », *Bulletin of the Ecological Society of America*, juin.
- Hyams, E., 1952, *Soil and civilization*, Londres (R.-U.), Thames and Hudson.
- Jacobs, J., 1992, *Les villes et la richesse des nations : réflexions sur la vie économique*, Montréal (QC, Canada), Boréal.
- Kruseman, G., Hengsdijk, H. et Ruben, R., 1993, *Disentangling the concept of sustainability: conceptual definitions, analytical framework and operational techniques in sustainable land use*, Wageningen (Pays-Bas), Centre for Agrobiological Research — Dienst Landbouwkundig Onderzoek (CABO-DLO), Rapport n° 2 du DLV, 61 p.
- O'Loughlin, E.M., 1986, « Prediction of surface saturation zones in natural catchments by topographic analysis », *Water Resources Research*, vol. 22, p. 794-804.
- O'Loughlin, E.M., Short, D.L. et Dawes, W.R., 1989, « Modelling the hydrological response of catchments to land use change », exposé présenté lors du Hydrology and Water Resources Symposium (1989), Christchurch (Nouvelle-Zélande), Wallingford (Oxfordshire, R.-U.), IAHS Press, International Association of Hydrological Sciences, p. 335-340.

- ONU (Organisation des Nations Unies), 1992, *Action 21*, New York (NY, É.-U.), Organisation des Nations Unies.
- 1994, « Report of the Inter-sessional Ad Hoc Open-ended Working Group on Technology Transfer and Cooperation », présenté à la Commission du développement durable (16-27 mai 1994), ONU, New York (NY, É.-U.).
- OSTP (Office of Science and Technology Policy), 1994, *Technology for a sustainable future: a framework for action*, Washington (DC, É.-U.), OSTP, Office of the White House.
- Parungo, F. *et al.*, 1994, « Forest plantations reduce dust storms in China », *Geophysical Research Letters*, vol. 21 (1^{er} juin).
- Penning de Vries, F.W.T., van Laar, H.H. et Kropff, M.J. (dir.), 1991, *Simulation and systems analysis for rice production (SARP)*, Wageningen (Pays-Bas), Pudoc, 269 p.
- Richter, D.D. et Babbar, L.I., 1991, « Soil diversity in the tropics », *Advances in Ecological Research*, vol. 21, p. 316-389.
- Sanchez, P.A., 1976, *Properties and management of soils in the tropics*, New York (NY, É.-U.), Wiley.
- Samson, G.B., 1931, *Japan: a short cultural history*, Rutland (VT, É.-U.), Charles E. Tuttle.
- SFEIWG (South Florida Ecosystem Interagency Working Group), 1994, *Ecosystem restoration and maintenance*, Homestead (FL, É.-U.), rapport annuel du South Florida Ecosystem Restoration Task Force, US National Park Service.
- Sims, D., 1981, *Agroclimatological information, crop requirements, and agricultural zones for Botswana*, Gaborone (Botswana), gouvernement du Botswana.
- Tsunoda, R., de Bary, W.T. et Keene, D. (dir.), 1958, *Sources of Japanese tradition*, New York (NY, É.-U.), Columbia University Press.
- van Keulen, H. et Wolf, J. (dir.), 1986, *Modeling of agricultural production: weather, soils, and crops*, Wageningen (Pays-Bas), Pudoc.
- Vertessy, R.A. et Wilson, C.J., 1990, « Predicting erosion hazards using digital terrain analysis », dans Ziemer, R.R., O'Loughlin, C.L. et Hamilton, L.S. (dir.), *Research needs and applications to reduce erosion and sedimentation in*

tropical stepplands, actes du symposium tenu à Suva (Fidji) en juin 1990, Wallingford (Oxfordshire, R.-U.), IAHS Press, International Association of Hydrological Sciences, document n° 192, p. 298-308.

Wolf, J., Breman, H. et van Keulen, H., 1991, *Bio-economic capability of West African drylands*, Wageningen (Pays-Bas), Centre for Agrobiological Research (CABO).

Autres lectures

Berg, E.J. 1994, *Repenser la coopération technique : réformes pour renforcer les capacités en Afrique*, Paris (France), Bureau régional pour l'Afrique, Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) et Développement Alternatives, Inc., Économica.

Botswana, gouvernement du, 1989, *Soils and land suitability for arable farming of South-east District, Botswana*, Rome (Italie), gouvernement du Botswana, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, projet BOT/85/011, document de terrain 3.

Breman, H., 1990, «Integrating crops and livestock in southern Mali: rural development or environmental degradation?» dans Rabbinge, R. et al. (dir.), *Theoretical production ecology: reflections and prospects*, Wageningen (Pays-Bas), Pudoc, monographies de simulations, n° 34.

Cathie, J. et Dick, H., 1987, *Food security and macroeconomic stabilization: a case study of Botswana*, Tubingen (Allemagne), Mohr.

CNUSTD (Commission de la science et de la technique au service du développement), 1994, *Some problems caused by inappropriate land management in Latin America and Colombia*, Genève (Suisse), Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement, Rapport de pays.

——— 1994, *Fourteen issues for land use planning*, Genève (Suisse), Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement, Rapport de pays de la CNUSTD.

- de Wit, C.T., 1992, « Resource use efficiency in agriculture », *Agricultural Systems*, vol. 40, p. 125-151.
- de Wit, C.T., Huisman, H. et Rabbinge, R., 1987, « Agriculture and its environment: are there other ways? », *Agricultural Systems*, vol. 23, p. 211-236.
- Drenner, R., 1995, *An aquaculture system for water treatment*, Rapport présenté au Tarrant County Water Management District, Fort Worth (TX, É.-U.).
- FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), 1990, *Land evaluation for development*, Rome (Italie), Division de la mise en valeur des terres et des eaux, FAO.
- 1992, *Protect and produce: putting the pieces together*, Rome (Italie), Division de la mise en valeur des terres et des eaux, FAO.
- 1993, *Guidelines for land-use planning*, Rome (Italie), FAO.
- 1994, *Towards international classification systems for land use and land cover*, Rome (Italie), proposition provisoire préparée pour le Programme des Nations Unies pour le développement et la FAO.
- Harvey, C. et Lewis, S.R. jr, 1990, *La politique du développement au Botswana : choix et résultats*, Paris (France), Centre de développement de l'OCDE.
- Hengsdijk, H. et Kruseman, G., 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*, Wageningen (Pays-Bas), Centre for Agrobiological Research — Dienst Landbouwkundig Onderzoek (CABO-DLO).
- Huston, M., 1993, « Biological diversity, soils, and economics », *Science*, vol. 262, p. 1676-1680.
- Mteleka, T., 1994, *Tanzania: case study of the role of science and technology in land management*, Genève (Suisse), Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement, Rapport de pays de la CNUSTED.
- Penning de Vries, F.W.T. et Djitèye, M.A., 1982, *La productivité des pâturages sahéliens*, Wageningen (Pays-Bas), Pudoc, Rapport de recherche agricole n° 918, 525 p.

- Penning de Vries, F.W.T., Jansen, D.M., ten Berge, H.F.M. et Bakema, A., 1989, *Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops*, Wageningen (Pays-Bas), Pudoc, monographies de simulations, n° 29.
- Pierce, D., Barbier, E. et Markandya, A. (dir.), 1990, *Sustainable development: economics and environment in the Third World*, Oxon (R.-U.), Edward Elgar.
- Saveneije, H. et Huisman, H., 1991, *Making haste slowly: strengthening local environmental management in agricultural development*, Amsterdam (Pays-Bas), KIT Press, Royal Tropical Institute, Development Oriented Research in Agriculture, n° 2, 239 p.
- Schmidt-Thom, M., von Hoyer, M., Lietz, J. et Lorenz, W., 1993, « Environmental geology and cooperation with developing countries », *Zeitschrift für Angewandte Geologie*, vol. 39, n° 1, p. 1-8.
- Siebenhuner, M., Silitonga, P.H., Sudradjat, A. et Toloczyki, M., 1993, *Environmental geology for landuse and regional planning — greater Bandung area, Indonesia*, Hanovre (Allemagne), Federal Institute for Geosciences and Mineral Resources.
- van Keulen, H., 1993, « Options for agricultural development: a new quantitative approach », dans Penning de Vries, F.W.T., Teng, P. et Metselaar, K. (dir.), *Systems approaches for agricultural development*, Wageningen (Pays-Bas), actes du symposium international sur l'approche systémique du développement de l'agriculture, Bangkok (Thaïlande), Pudoc.
- van Keulen, H., Breman, H., 1990, « Agricultural development in the West African Sahelian region: a cure against land hunger », *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 32, p. 177-197.
- Veeneklaas, F.R., Cisse, S., Gosseye, P.A., van Duivenbooden, N. et van Keulen, H., 1991, *Competing for limited resources: the case of the fifth region of Mali*, Wageningen (Pays-Bas), Centre for Agrobiological Research — Dienst Landbouwkundig Onderzoek (CABO-DLO), Rapport ESPR 4.

L'organisation

Le Centre de recherches pour le développement international (CRDI) croit en un monde durable et équitable. Le CRDI finance les chercheurs des pays en développement qui aident les peuples du Sud à trouver des solutions adaptées à leurs problèmes. Il maintient des réseaux d'information et d'échange qui permettent aux Canadiens et à leurs partenaires du monde entier de partager leurs connaissances, et d'améliorer ainsi leur destin.

L'éditeur

Les Éditions du CRDI publient les résultats de travaux de recherche et d'études sur des questions mondiales et régionales intéressant les développements durable et équitable. Les Éditions du CRDI enrichissent les connaissances sur l'environnement et favorisent ainsi une plus grande compréhension et une plus grande équité dans le monde. Les publications du CRDI sont vendues au siège de l'organisation à Ottawa (Canada) et par des agents et des distributeurs en divers points du globe.

UNE SCIENCE TERRE À TERRE

Science, technologie et gestion intégrée des terres

L'humanité ressent le besoin de rétablir une relation harmonieuse avec la Terre. Au travers d'Action 21, le plan mondial élaboré en faveur du développement durable à l'orée du XXI^e siècle, nous avons reconnu l'urgence d'une approche intégrée permettant la planification et la gestion appropriée de nos ressources en terres. Agir autrement entraînerait le risque d'une dégradation des sols, des changements climatiques catastrophiques et des pertes tragiques au plan de la biodiversité et de la splendeur naturelle. Un tel comportement mettrait gravement en péril la pérennité même de la vie sur la planète.

Une science terre à terre décrit de quelle manière les outils de la science et de la technologie peuvent offrir des éléments de solution. La clé en est la « gestion intégrée des terres » qui, tout en s'appuyant sur les acquis des sciences physiques et sociales, s'ancre dans la sagesse ancestrale des collectivités locales, des populations autochtones, des femmes et des autres groupes que des stratégies de survie ont rapprochés de la Terre mère. La vitalité de cette approche réside dans la convergence des solutions aux problèmes humains, économiques et écologiques qu'elle propose.

Une science terre à terre préconise l'abandon des perspectives étroites en faveur d'une orientation axée sur des approches plus holistiques dans le domaine de la gestion des terres.

La Commission des sciences et de la technologie au service du développement a été créée en 1992 par l'Assemblée des Nations Unies. Depuis 1993, les services de secrétariat étaient confiés à la Conférence des Nations Unies pour le commerce et le développement (CNUCED). Par l'entremise de sous-groupes d'experts, la Commission fournit des conseils sur les questions d'actualité en matière de science et technologie, avec un accent sur les régions du monde en développement. Le Groupe d'étude sur la gestion intégrée des terres s'est réuni pour indiquer les voies et moyens par lesquels la science et la technologie pourraient contribuer à un échange d'opinions articulé dans ce domaine. Son action se situe dans le cadre de l'examen entrepris par la Commission du développement durable des suites données à la Conférence des Nations Unies de 1992 sur l'environnement et le développement.

Le présent ouvrage a été publié par le Centre de recherche pour le développement international (CRDI, Canada) avec l'accord de la CNUCED.



ISBN 0-88936-827-9



9 780889 368279