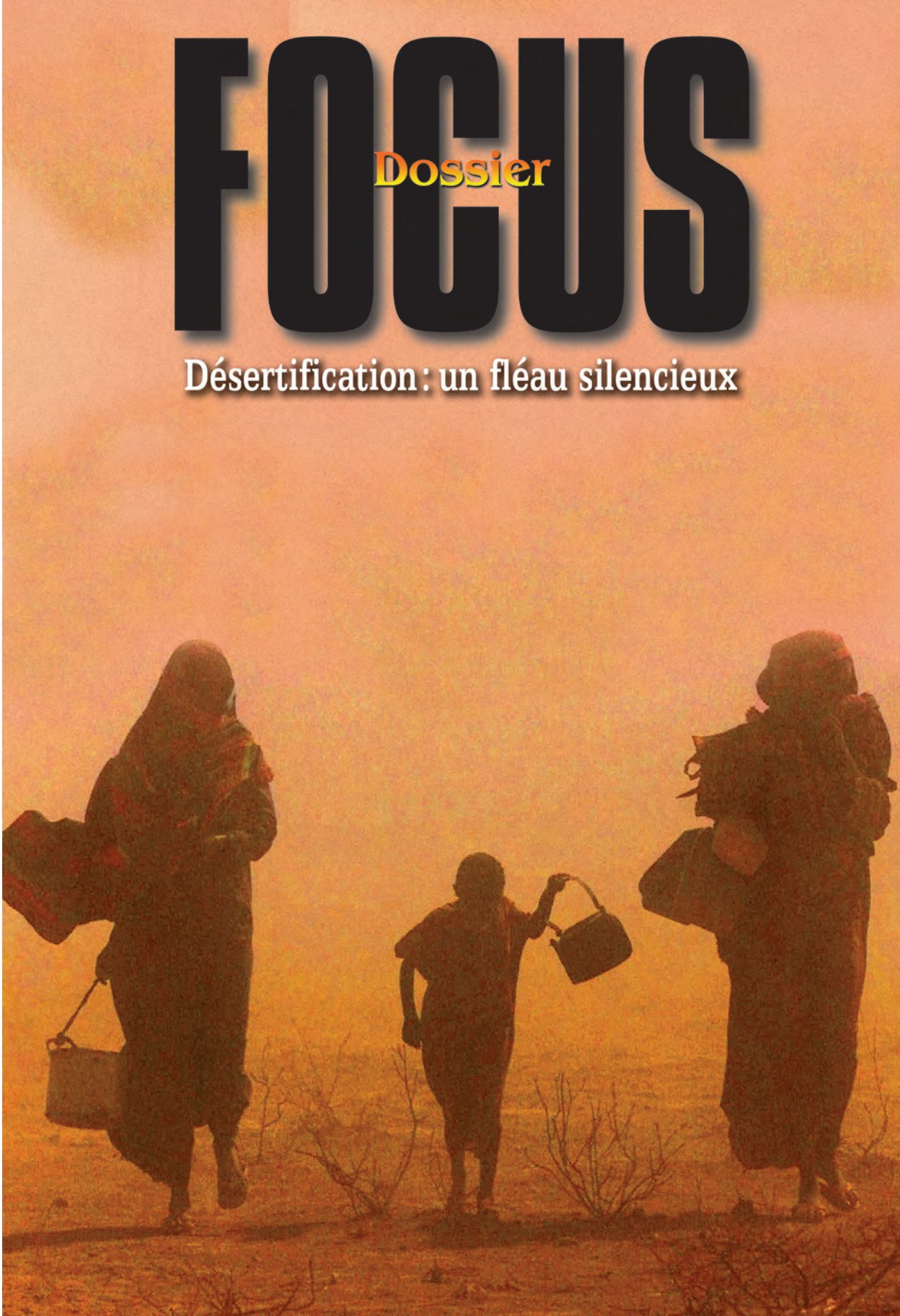
FOCUS

Dossier

Désertification : un fléau silencieux



« Une nation qui détruit son sol se détruit elle-même. »
Franklin Roosevelt, président des Etats-Unis

Il se peut que le mot « désertification » ne soit pas familier à certains lecteurs ; il désigne cependant un phénomène au cœur des problèmes environnementaux à l'échelle planétaire, sujets de préoccupation grandissante pour toutes les populations du globe.

Cette brochure, publiée par le Bureau des océans et des affaires scientifiques et environnementales internationales et le Bureau international de l'information, rattachés au département d'Etat américain, tente de définir et d'expliquer ce phénomène, et de proposer des solutions pour lutter contre cette dégradation insidieuse des sols dans les zones agricoles et forestières de l'ensemble du monde.

Bien que certains de ses aspects échappent au regard de l'homme, la désertification affecte tous les habitants de la planète en privant le sol de ses substances nutritives, en réduisant la production agricole, en disséminant la poussière sur l'ensemble du globe, en contaminant l'eau et en rendant encore plus difficile la lutte contre la pauvreté et la faim.

Les causes de la désertification sont pour les unes liées aux cycles météorologiques naturels et pour les autres imputables à la croissance démographique et aux pratiques agricoles. Mais il apparaît clairement qu'une gestion intelligente des terres peut améliorer la situation ou porter remède au problème. C'est dans cet aspect des choses que réside notre espoir.

Le chapitre 1 définit la nature et l'étendue du problème, précisant que « les terres émergées de la planète perdent chaque année quelque 24 milliards de tonnes de terre arable ». Le chapitre se poursuit avec la description des conséquences humaines catastrophiques et se termine par l'évocation de la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification, entrée en vigueur en 1996.

Le chapitre 2 traite de la désertification désastreuse dont les Etats-Unis ont fait l'expérience, concrétisée pour l'essentiel par la dégradation des terres arables du Midwest due au mode d'agriculture pratiqué dans les années 1930. Seule une réforme de la gestion des terres mise en œuvre par le gouvernement a sauvé l'environnement et le potentiel agricole des Grandes Plaines.

Le chapitre 3 s'intéresse aux premiers signes de désertification qu'il faut surveiller afin de « prendre les mesures nécessaires pour stopper le processus de dégradation des terres avant qu'il ne devienne trop grave ». Cette surveillance peut impliquer l'observation par satellite avec transmission des données à des ordinateurs chargés de les exploiter, en même temps que des recherches et une prise de conscience au niveau local.

Le chapitre 4, intitulé « La gestion des terres », fait clairement apparaître que la solution au problème de la désertification réside finalement dans les pratiques des populations locales. S'ils possèdent suffisamment de terres pour subvenir à leurs besoins et connaissent les pratiques simples permettant de compenser la désertification, les agriculteurs peuvent inverser le processus.

Le chapitre 5, qui a pour titre « L'eau » montre en conclusion combien la dégradation des sols par la désertification et l'épuisement des ressources en eau sont étroitement liés. Les systèmes d'irrigation nécessaires pour améliorer le rendement des sols épuisés y entraînent le dépôt de sel, engendrant un processus implacable d'altération de l'environnement.

Cet ouvrage est donc un cri d'alarme lancé à tous ceux qui, à travers le monde, se préoccupent de l'avenir de l'environnement naturel de la planète. Les causes de la désertification varient d'une région à l'autre, et les solutions n'ont été que partiellement définies. Ce problème exige une attention sans relâche : une population humaine toujours plus nombreuse exige toujours plus de terre et d'eau, avec les ressources alimentaires et les possibilités de logement qu'elles apportent.

La désertification

Chapitre 1 — Page 2

Problèmes et perspectives

Chapitre 2 — Page 10

L'expérience des Etats-Unis

Chapitre 3 — Page 16

Les systèmes d'alerte précoce

Chapitre 4 — Page 24

La gestion des terres

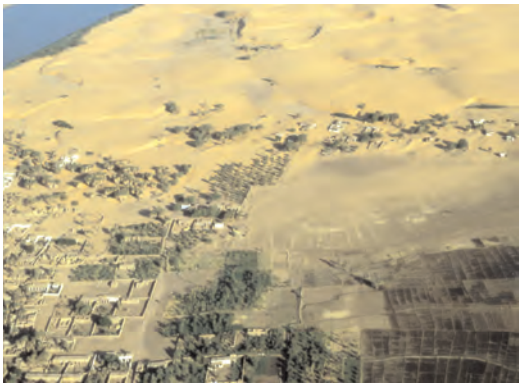
Chapitre 5 — Page 32

L'eau

Auteur : Phyllis McIntosh | Directeur de la publication : George Clack | Rédacteur en chef : Paul Malamud
Collaborateurs : Christine Dawson, Joyce Namde, Mary Rowen | Maquette : Chloe Ellis |
Iconographie : Ann Monroe Jacobs | Bibliographie : Lynne Scheib, Joan Taylor
Version française : Africa Regional Services, Paris

En couverture : Des personnes déplacées prises dans une tempête de sable à Denan, en Ethiopie. (AP Photo, Linsley Brennan.)

Problèmes et perspectives



En 1985, des lignes de dunes transversales envahissent un village dans le Nord du Soudan. Les dunes se déplacent sous l'action des vents du nord.

Le mot désertification évoque dans beaucoup d'esprits l'image de vastes étendues de sable débordant implacablement sur les terres fertiles avoisinantes. Mais, en réalité, la désertification est un processus beaucoup plus subtil et insidieux qui peut se produire dans des régions très éloignées des grands déserts de sable. Le terme désertification désigne en fait la dégradation progressive et continue des sols. Et cette dégradation commence dès lors que la surexploitation agricole ou le surpâturage dépossède une terre, jusque-là fertile, de ses substances nutritives et détruit sa végétation, laissant le champ libre à l'érosion par le vent et le ruissellement de la couche superficielle et riche du sol et entraînant une baisse de la productivité agricole ou forestière. Quand ces différents facteurs se combinent pour rendre la terre pratiquement inutilisable, on aboutit à ce que l'on appelle la désertification.

Le terme est en lui-même quelque peu trompeur. La désertification ne fait pas référence à l'extension des déserts existants, lesquels s'étendent ou se rétractent naturellement au gré des fluctuations des précipitations, mais désigne le résultat d'une surexploitation ou d'une mauvaise utilisation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches. Les variations climatiques, notamment la sécheresse, accélèrent souvent le processus. En l'espace de quelques saisons, sous l'effet du vent ou du ruissellement, le sol peut perdre la précieuse couche arable qui s'était constituée au long des siècles. Selon les estimations du Worldwatch Institute, la partie émergée de la planète perd chaque année quelque 24 milliards de tonnes de terre arable.

La désertification peut avoir des conséquences physiques et humaines dévastatrices. La reconstitution de la terre arable ou la reforestation pourront demander des siècles. Et si les dommages sont trop graves, il se peut que la terre ne retrouve jamais sa fertilité. En outre, lorsqu'elle est aggravée par la sécheresse, la désertification peut entraîner la famine, le déplacement des populations, les troubles et les conflits au sein du corps social. C'est une situation qui s'est répétée tout au long de l'histoire, comme l'a noté Alain Grainger dans son ouvrage *Desertification* : « Lorsque le sol ne recouvrait pas sa fertilité ou se dégradait durablement, les civilisations soit déclinaient, soit partaient coloniser d'autres régions. Ce n'est pas un hasard si les ruines de nombreux temples et palais grandioses sont aujourd'hui perdues au milieu de friches ensablées. »

De vastes régions de la planète sont menacées par la désertification. Mais des mesures sont en même temps prises pour combattre ce danger. En Afrique, la région du Sahel a connu l'une des plus grandes tragédies humaines du XXe siècle. Cette bande de terre semi-aride – qui s'étend à travers le continent africain depuis le désert du Sahara au nord jusqu'aux savanes humides au sud – a de tous temps constitué un fragile écosystème. Au début des années 1970, l'explosion démographique et la rapide dégradation des terres, combinées à six années de grande sécheresse, ont conduit le Sahel au point de rupture. Prisonniers d'une terre stérile, près de 200 000 êtres humains et des millions de têtes de bétail sont morts de faim.

Mais de cette catastrophe est née la première tentative, à l'échelle mondiale, d'endiguer la désertification – et le premier engagement formel de la communauté internationale de s'associer à cette tâche. La Convention sur la lutte contre la désertification (CCD) – traité adopté par les Nations unies et entré en vigueur en 1996 – a fait œuvre de pionnier en établissant un véritable partenariat entre pays riches et pays pauvres, entre gouvernements nationaux et populations locales le plus concernées par le problème. La Convention représente le plus grand espoir que l'on ait jamais pu nourrir de stopper les progrès de la désertification, laquelle menace à ce jour près de 30 % des terres émergées de la planète.

Dans le Parc national de Chobe, au Botswana, des animaux se désaltèrent à un trou d'eau. La désertification rend difficile la survie de telles espèces.

La disparition de la terre

La désertification n'est certes pas un phénomène nouveau. Dès 2000 av. J.-C., on trouve chez les Sumériens l'évocation d'une région qui s'était transformée en désert après qu'on y eut coupé tous les arbres. Au IVe siècle av. J.-C., Platon se lamentait à propos d'une terre qui « comparée à ce qu'elle était naguère, était comme le squelette d'un corps rongé par la maladie ». Sur une planète dont la population ne cesse d'augmenter, la désertification touche aujourd'hui la plupart des régions du globe.

Les statistiques des Nations unies donnent des chiffres effarants :

Plus de 250 millions des habitants de la planète sont directement affectés par la désertification ; 135 millions sont menacés de devoir abandonner leur terre. Les moyens de subsistance d'un milliard d'êtres humains – près d'un cinquième de la population mondiale – sont en danger.

- 70 % des terres arides utilisées pour l'agriculture sont d'ores et déjà dégradées.
- Plus de 110 pays ont des portions de leur territoire menacées de désertification.
- Le coût annuel de la désertification est de 42 milliards de dollars pour l'ensemble de la communauté internationale.

Des modes de culture non viables – des pratiques agricoles qui épuisent la terre plus vite qu'elle ne peut se régénérer – sont les principaux coupables de la désertification. La surexploitation des terres, par exemple, épuise le sol en la privant de ses substances nutritives. Le surpâturage détruit la végétation qui protège de l'érosion la couche arable et tasse tellement la terre qu'elle ne peut plus retenir l'humidité. Le défrichage des forêts pour se procurer du bois de feu ou les convertir en terres agricoles conduit à supprimer les arbres qui assurent la stabilité du sol. Une irrigation mal conçue finit par imprégner la terre de sel et la rendre impropre à la culture. Les Nations

En 2003, près de Kaboul, en Afghanistan, un enfant ramassant de la bouse de vache, utilisée comme combustible, est pris dans une tempête de poussière.

unies assimilent ce processus à une maladie qui affecte la planète : des parcelles de terre dégradée apparaissent ici et là ; elles s'étendent progressivement et finissent par se rejoindre pour former une nouvelle étendue désertique.

Le terme de désertification s'applique spécifiquement à la dégradation de trois types d'écosystèmes, définis comme aride, semi-aride et subhumide sec. Il s'agit de terres relativement peu fertiles, facilement altérées par l'activité humaine, et qui encerclent le globe.

Bien que la désertification frappe plus durement les pays en développement du continent africain, on sera surpris d'apprendre que la région du globe, dont la plus vaste proportion des terres arides – 74 % – est affectée par le processus, est l'Amérique du Nord. Aux Etats-Unis, plus de 30 % des terres à l'ouest du Mississippi, ainsi que des portions entières des trois provinces constituant la Prairie canadienne, accusent des signes de désertification.

Le problème se pose tout aussi sévèrement en Asie, où les Nations unies estiment que plus de 1,2 milliard d'hectares sont d'ores et déjà sinistrés. Rien qu'en Chine, plus de 6 millions d'hectares de forêt, 2,32 millions d'hectares de prairie et 680 000 hectares de terres cultivées ont été engloutis sous le sable ou transformés en étendues désertiques depuis les années 1950. Quelque 24 000 villages, 30 000 kilomètres de routes principales et 50 000 kilomètres de voies navigables sont en permanence menacés d'être ensevelis sous des tempêtes de sable et de poussière.

La désertification ignore les frontières nationales. Un quart de la superficie de l'Amérique latine et des Caraïbes, par exemple, est constitué de zones désertiques et arides. Même sous le climat froid et humide de l'Islande, le pâturage et la déforestation ont entraîné une grave érosion du sol et la création d'une zone désertifiée de 5 000 km^2, le plus vaste peut-être des déserts de sable de la planète en dehors des régions arides.

L'impact mondial

La désertification est plus qu'un problème à caractère local. Elle peut affecter l'environnement et influencer le climat à des milliers de kilomètres de distance et même sur la face opposée du globe. Les terres dénudées et érodées sont facilement soumises aux inondations, ce qui contribue à l'envasement des cours d'eau et des réservoirs. L'eau ainsi polluée et les sédiments charriés par les cours d'eau contribuent de façon significative à la pollution des océans. Inversement, les efforts de plus en plus vains déployés pour irriguer les terres desséchées détournent l'eau des rivières, d'où une réduction spectaculaire de la superficie de grands lacs tels que la mer d'Aral et le lac Tchad. D'immenses nuages jaunes formés par la poussière soulevée par les vents violents qui balaient la Chine peuvent traverser le Pacifique, portés par les courants de la haute atmosphère,

Une femme transporte des branches en provenance d'une réserve forestière en Haïti. La déforestation s'est poursuivie à un tel rythme dans le pays que la forêt ne couvre plus que 1 % du territoire.

et causer brouillard et pollution de l'air sur la côte ouest des Etats-Unis, à 13 000 kilomètres de distance. En avril 2001, l'Earth Policy Institute a pu suivre pendant deux semaines un nuage de poussière jaune provenant d'un cyclone dans le Nord-Ouest de la Chine et le Sud de la Mongolie, et qui a traversé l'Amérique du Nord du Pacifique à l'Atlantique.

La désertification peut aussi avoir de graves répercussions sur le climat social et politique. Dans de nombreux pays, la pauvreté est la cause principale des pratiques agricoles qui dégradent les sols. La pauvreté contraint les paysans à tirer le maximum de profit de la terre, quand bien même ils ont conscience de son épuisement. Lorsque la productivité de la terre diminue, ces paysans qui pratiquent une agriculture de subsistance s'enfoncent dans la pauvreté quand ils ne sont pas menacés de famine. Ils sont finalement contraints d'abandonner leur terre d'origine, devenue stérile. Les Nations unies estiment que, d'ici à 2020, quelque 60 millions d'Africains auront été obligés d'émigrer des régions subsahariennes vers le nord du continent et vers l'Europe.

Bateau ensablé en bordure de la mer d'Aral, en Ouzbékistan. Ses eaux ayant été drainées pour l'irrigation au cours des décennies passées, la mer d'Aral est aujourd'hui trop salée pour que les poissons puissent y vivre et trop peu profonde pour permettre la navigation.

Au Sénégal, un paysan soigne sa future récolte sur une terre arride mais encore cultivable.

Les solutions

L'aspect positif des choses, c'est que la désertification n'est ni inévitable ni irrémédiable. Les solutions vont de la mise en œuvre de pratiques simples et traditionnelles comme l'assolement ou l'aménagement en terrasses des terres en pente à la surveillance par satellite des zones à risque.

« Ce qui est difficile, c'est de maintenir la productivité économique des agriculteurs tout en stoppant ou inversant le processus de désertification », explique Franklin Moore, directeur de l'Office of Environment and Science Policy, rattaché à l'Agence américaine pour le développement international (USAID). « Il faut en général mettre en place des mesures d'accompagnement pour aider les agriculteurs à trouver d'autres moyens provisoires de subsistance. »

Il est essentiel de faire prendre conscience aux populations le plus directement touchées par le problème que la solution réside pour une large part entre leurs mains. Cette préoccupation est au cœur des efforts déployés actuellement pour freiner la désertification. Horrifiée par la tragédie consécutive à la sécheresse et à la famine dont a été victime le Sahel, la communauté internationale s'est, pour la première fois, attaquée au problème au niveau mondial lors de la Conférence sur la désertification organisée à Nairobi, au Kenya, en 1977 sous l'égide des Nations unies. Mais le Plan d'action pour combattre la désertification adopté à l'issue de cette conférence est

L'un des moyens de lutter contre l'érosion : en Chine, près de Pékin, des ouvriers plantent des arbres sur le flanc d'une colline aménagé en terrasses.

rapidement tombé en panne, faute d'un soutien financier et d'un concours suffisants de la part des gouvernements.

L'étape majeure suivante fut, en 1992, la réunion à Rio de Janeiro de la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement, plus connue sous le nom de Sommet de la Terre, au cours de laquelle fut décidée l'élaboration d'une convention juridiquement contraignante visant à lutter contre la désertification. Après treize mois de négociations, la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (CCD) a été adoptée à Paris le 17 juin 1994 et est entrée en vigueur en décembre 1996. A ce jour, 191 pays, dont les Etats-Unis, ont ratifié cet accord historique ou en ont accepté les termes.

Son objectif est de « combattre la désertification et d'atténuer les effets de la sécheresse […] notamment en Afrique, par une action efficace à tous les niveaux, dans le cadre de la coopération internationale et de contrats de partenariat […] ». La Convention divise les participants en groupes – nations développées et en développement, et nations « touchées » et « non touchées ». Parmi les nations développées et touchées figurent les Etats-Unis, le Canada, l'Australie et quelques pays européens. Dans les nations touchées et en développement – celles qui ont besoin d'assistance pour faire face au problème de la désertification – figurent la majorité des pays d'Afrique, mais aussi la Chine, l'Inde, le Mexique, le Brésil, le Chili, l'Argentine, la Mongolie et les Etats d'Asie centrale.

Pour les pays développés, l'adhésion à la Convention implique l'obligation d'apporter soutien et contribution financière aux efforts des pays en développement, notamment ceux d'Afrique. Pour les pays touchés, elle comporte l'obligation de mettre en œuvre des programmes d'action nationaux, en portant une attention spéciale aux facteurs socioéconomiques qui contribuent à la désertification. La plupart des pays développés ont d'ores et déjà mis en place des mécanismes pour faire face au problème. Ainsi, les Etats-Unis traitent la question au niveau des Etats et au niveau fédéral par l'intermédiaire du Service de conservation des ressources naturelles, dépendant du département de l'Agriculture, et du Service de gestion des terres, dépendant du département de l'Aménagement du territoire, qui supervise la gestion de plus de 80 millions d'hectares appartenant au domaine public dans la partie occidentale des Etats-Unis.

Un accord novateur

L'aspect essentiel de la Convention réside néanmoins dans une approche totalement démocratique, qui privilégie le partenariat plutôt que l'assistance. Elle est fondée sur le principe que ceux qui sont les principales victimes de la désertification, et qui connaissent le mieux les écosystèmes dans lesquels ils vivent, doivent participer aux prises de décision concernant la manière de réhabiliter les terres endommagées et d'éviter la poursuite du processus de dégradation. La Convention souligne « le rôle important joué par les femmes » qui, dans les pays en développement, accomplissent une large part du travail de la terre et sont souvent les plus touchées par la désertification, mais qui n'ont guère voix au chapitre, même au sein de leur propre communauté.

A la différence des tentatives antérieures visant à combattre la désertification, la Convention met l'accent sur la nécessité d'aller au-delà de ses causes immédiates, telles que le surpâturage et la déforestation, et de s'attaquer à la pauvreté qui contraint les populations à s'adonner à des pratiques contraires à leurs intérêts à long terme.

Outre la participation de la population locale, les programmes d'action nationaux doivent inclure des stratégies à long terme orientées vers le développement durable, accorder une attention particulière à la protection des terres non encore dégradées et concevoir des systèmes d'alerte précoce en cas d'assèchement progressif du sol. La Convention recommande par ailleurs

un certain nombre d'actions volontaires telles que la mise au point d'autres de moyens de subsistance « susceptibles de produire des revenus dans les régions régulièrement touchées par la sécheresse. »

Quelque 60 programmes d'action nationaux et 10 programmes au niveau régional et sous-régional sont prévus à partir de 2004, mais il reste maintenant à les mettre en œuvre. Un Comité chargé de l'examen de la mise en œuvre de la Convention supervise l'exécution des projets et encourage l'échange d'informations et la recherche de solutions novatrices dans les pays touchés par la désertification.

Dans leur combat contre la désertification, les différents pays doivent en outre se conformer à l'obligation d'élaborer des stratégies parallèles au niveau national, obligation inscrite dans la CDD et dans deux autres conventions qui lui sont étroitement liées, issues elles aussi du Sommet de la Terre de 1992 : la Convention sur la diversité biologique (CDB) et la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCCC). La désertification menace directement la riche diversité végétale et animale des écosystèmes des terres arides. Certaines des productions agricoles les plus importantes de la planète, telles que l'orge et le sorgho, proviennent des zones arides, lesquelles fournissent également le tiers des médicaments issus de produits végétaux ainsi que nombre de produits industriels et commerciaux de grande valeur tels que résines, cires, huiles et autres. La Convention sur la diversité biologique propose un certain nombre de mesures et de dispositifs visant à protéger la biodiversité des régions arides et semi-arides.

La relation entre désertification et changement climatique n'est pas encore clairement établie. Certaines pratiques qui favorisent la désertification, notamment le déboisement à grande échelle pour l'obtention de combustible et de nouvelles surfaces cultivables, peuvent contribuer au changement climatique par production de gaz à effet de serre. En revanche, il est possible que le reboisement entrepris pour récupérer les sols dégradés contribue, par fixation du carbone, à contrecarrer le changement climatique. Bien que les spécialistes ne sachent pas encore avec certitude dans quelle mesure la production accrue de gaz à effet de serre favorise la désertification, tout porte à croire qu'ils en accélèrent le processus dans certaines zones arides, semi-arides et subhumides sèches. La diminution des précipitations dans ces régions peut entraîner une baisse de la fertilité du sol, du rendement de l'élevage et de la production forestière. Des périodes de sécheresse plus fréquentes et plus prolongées ne font probablement qu'accélérer le processus de désertification.

La Convention a attiré l'attention de l'ensemble du monde sur la nécessité de combattre la désertification, comme l'a fait la décision de l'ONU de faire du 17 juin la Journée mondiale de la lutte contre la désertification et la sécheresse. Célébrée maintenant depuis neuf ans, cette journée mobilise les dirigeants nationaux, le pape, et les plus hautes personnalités des Nations unies. Dans un message lancé à l'occasion de la Journée mondiale 2003 de lutte contre la désertification, le Secrétaire général des Nations unies, Kofi Annan, a déclaré que « la lutte contre la désertification doit faire partie intégrante de nos efforts plus larges pour éradiquer la pauvreté et assurer la sécurité alimentaire à long terme ». Il a appelé toutes les nations à « se consacrer avec une ardeur nouvelle à la réalisation des objectifs de la Convention et à l'instauration d'un développement durable pour tous, y compris les zones rurales arides où vivent les populations les plus pauvres de la planète ».

L'expérience des Etats-Unis

Dans les années 1930, au milieu de la crise économique, les habitants des Grandes Plaines du Midwest crurent que la fin du monde était arrivée. La terre était si desséchée après une absence prolongée de précipitations et un été où les températures avaient atteint des niveaux records que rien ne poussait plus. Le vent soulevait d'immenses nuages de poussière qui s'abattaient en tourbillonnant sur toute la campagne.

Le lendemain du 14 avril 1935, le « dimanche noir » au cours duquel la pire tempête de poussière avait frappé l'Oklahoma, un journaliste qualifia la zone sinistrée de *dust bowl* (cuvette de poussière) du continent. Le terme fit mouche et n'a cessé depuis lors d'être employé pour décrire la tragique combinaison de la dégradation du sol et de conditions météorologiques extrêmes dans le sud des Grandes Plaines. Soixante-dix ans plus tard, le Dust Bowl américain constitue encore pour les spécialistes l'exemple classique de la manière dont de mauvaises pratiques agricoles et la surexploitation des terres, aggravées par la sécheresse, peuvent transformer des sols fertiles en poussière, phénomène aujourd'hui connu sous le nom de désertification. La réponse qu'y ont apportée les Etats-Unis est aussi devenue un exemple classique de la manière dont la coopération d'un gouvernement et des citoyens peut parvenir à inverser le processus.

De la poussière, rien que de la poussière

La région des Etats-Unis connue sous le nom de Grandes Plaines est une immense plaine au climat sec qui, à l'arrivée des premiers colons européens, était entièrement couverte d'une herbe épaisse. Géographiquement, les Grandes Plaines s'étendent sur 4 000 kilomètres du Nord du Canada au Nouveau-Mexique et au Texas, et d'ouest en est sur 640 kilomètres des montagnes Rocheuses aux frontières orientales du Dakota du Sud, du Nebraska, du Kansas et de l'Oklahoma. Ces étendues plates et semi-arides sont fréquemment soumises au vent et à la sécheresse ; les périodes de très grave sécheresse y reviennent régulièrement tous les vingt ans environ. Dans les années 1800, la région figurait sur les cartes sous la dénomination de « Grand désert américain ».

Cela n'a pourtant pas empêché, au siècle suivant, les colons d'y affluer en masse, alléchés par les vastes étendues de terre mises à leur disposition et l'espoir d'une vie nouvelle. Au début du XXe siècle notamment, des précipitations abondantes, le cours élevé des céréales durant la Première Guerre mondiale et les promesses des promoteurs attirèrent un nombre de plus en plus élevé de fermiers dans la partie méridionale des Grandes Plaines. Apportant avec eux des pratiques agricoles mieux adaptées au climat humide qui prévaut dans l'Est des Etats-Unis, ces fermiers labourèrent des millions d'hectares de prairie pour y cultiver du blé. Dans les années 1920, l'introduction du tracteur permit au fermier de labourer quelque 20 hectares par jour, contre un peu plus d'un hectare avec un cheval et une charrue. Lorsque le cours du blé baissa, les fermiers augmentèrent simplement la production. Et quand ils eurent utilisé les terres les plus fertiles, ils se tournèrent vers des terres de faible rendement, accroissant d'autant les risques

Oklahoma, 1935. Un ranch est englouti sous un nuage de poussière.

Arkansas, 1936. Un fermier et son fils avancent péniblement face au vent sec.

de mauvaise récolte et d'érosion du sol. Puis, en 1931, se produisit l'une des pires sécheresses : pendant près de dix ans la région n'allait bénéficier d'aucune pluie abondante.

Alors que le blé séchait sur place et qu'il ne restait aucun couvert végétal pour retenir le sol, la terre arable qui avait mis des siècles à se constituer ne tarda pas à être balayée par le vent. La poussière formait de gigantesques et sombres nuages qui étaient emportés à plusieurs kilomètres d'altitude et masquaient le soleil des jours durant.

« Les vents déchaînaient leur fureur avec une force inimaginable », a déclaré Lawrence Svobida, un cultivateur du Kansas, interviewé à la radio dans le cadre de l'émission *Surviving the Dust Bowl*. « Il a soufflé sans discontinuer pendant une centaine d'heures et l'on avait l'impression qu'il allait emporter toute la surface de la terre [...] mes champs étaient totalement dénudés. »

Un exode massif

Au milieu des années 1930, le phénomène dévastateur qui s'était abattu sur le Dust Bowl avait englouti 40,5 millions d'hectares répartis

1937, Alabama. Un adolescent face au spectacle d'une terre rongée par l'érosion.

sur l'Oklahoma, le Texas, l'ouest du Kansas et l'est du Colorado et du Nouveau-Mexique. Cette catastrophe écologique fut à l'origine d'un bouleversement social qui déclencha l'un des mouvements migratoires les plus importants de l'histoire américaine. La nation étant déjà plongée dans la crise économique, les cours du blé s'effondrèrent en raison d'une récolte 1931 exceptionnelle, juste avant le début de la sécheresse. Surendettés et dans l'impossibilité de procéder à une deuxième récolte par suite de la sécheresse, de nombreux fermiers virent leurs biens saisis par les banques et se trouvèrent ainsi dépossédés de leurs terres. Les métayers durent quitter leurs habitations après la faillite des grandes exploitations. Avec un taux de chômage atteignant 30 %, il était impossible de trouver un autre travail. La production alimentaire faiblissait et la menace de famine se rapprochait.

Face à une situation aussi désespérée, des milliers de familles partirent vers l'ouest, dans l'espoir d'une vie meilleure. En 1940, quelque 2,5 millions de personnes avaient abandonné le Midwest, entraînant dans certaines zones rurales une diminution de la population de 40 %. Deux cent mille d'entre elles gagnèrent la Californie.

Avec la douceur de son climat, la brièveté de sa morte saison et la diversité de ses cultures, la Californie paraissait être la terre promise. Or c'était loin d'être le cas. Pour les nouveaux arrivants, les possibilités d'emploi étaient restreintes et les salaires fort peu élevés. Comme les Joad dans *Les Raisins de la colère*, le roman de John Steinbeck, de nombreuses familles furent contraintes de vivre dans de sordides campements en bordure des routes ou de se transformer en ouvriers agricoles itinérants, travaillant pour quelques cents par jour, ou même parfois en échange de leur seule pitance.

Le gouvernement à la rescousse

Alors que la nation était plongée dans les affres de la dépression, le président nouvellement élu, Franklin Roosevelt, proposa un programme de réformes – le *New Deal* – pour remédier à la situation économique du pays. Dans les mois qui suivirent son investiture en 1933, des dizaines d'agences furent créées pour mettre en œuvre des programmes visant à donner du travail aux chômeurs et à résoudre les problèmes à l'origine de l'effondrement de l'économie. En outre, et pour la première fois, le gouvernement fédéral prit des mesures radicales pour prévenir l'érosion des sols, mettre un terme aux pratiques agricoles qui avaient entraîné la désertification catastrophique des Grandes Plaines et réduire leur vulnérabilité en cas de sécheresse prolongée – toutes mesures de conservation des sols encore en vigueur aujourd'hui. Hugh Hammond Bennett, l'un des chefs de file de la croisade pour la conservation des sols au département de l'Agriculture, déclara qu'« aucune nation ni aucun peuple au cours de l'histoire n'avait autant gaspillé ses terres cultivables que nous, les Américains ». Lorsque fut créé le Service de l'érosion des sols, en qualité d'organisme provisoire mis en place dans la cadre

de la loi sur la relance de l'industrie nationale, Bennett en fut nommé directeur. En utilisant du matériel et des semences fournies par le gouvernement et une main-d'œuvre recrutée dans le Civilian Conservation Corps (CCC) et la Works Progress Administration (WPA) – organismes qui avaient été mis en place dans le cadre du New Deal – le Service de l'érosion des sols apporta son concours aux fermiers et leur apprit comment réduire l'érosion de leurs terres par l'utilisation de techniques telles que la culture en terrasses et le labour suivant les courbes de niveau, de façon à former des sillons qui ralentissent le ruissellement des eaux de pluie.

Le Service de conservation des sols (Soil Conservation Service – SCS), créé au sein du département de l'Agriculture en 1935, existe encore aujourd'hui, mais sous l'appellation de Natural Resources Conservation Service (NRCS). Le SCS continua d'utiliser la main-d'œuvre fournie par le CCC et la WPA pour promouvoir sur le terrain les nouvelles méthodes de culture. Comme il a été dit plus haut, le labour des champs et, pour les prairies, le billonnage suivant les courbes de niveau améliorent la retenue de l'eau et évitent le ruissellement. La culture en bandes, dans laquelle des cultures à plants serrés comme le blé ou la luzerne alternent avec des cultures à plants plus espacés comme le maïs, contribue elle aussi à ralentir le ruissellement de l'eau et à freiner l'érosion éolienne, surtout quand les bandes sont perpendiculaires à la direction des vents dominants. Les façons culturales anti-érosives qui laissent le résidu des cultures précédentes à la surface des terres en jachère fixent le sol et le fertilisent. La plantation de bouquets d'arbres entourés d'arbustes de moindre taille permet de créer d'efficaces brise-vent sur les terrains plats et dégagés.

Après l'épisode le plus sévère de la grande sécheresse sur le Dust Bowl, des ouvriers agricoles recrutés par le CCC plantèrent des arbres afin de régénérer le sol, comme on le voit sur cette photo prise en 1935 dans l'Oklahoma.

La démarche la plus novatrice – fruit des efforts du président Roosevelt et clé de la réussite à long terme du SCS – fut, en 1937, l'adoption par les Etats d'une législation commune prévoyant la création de districts de conservation des sols. Grâce à cette initiative, les collectivités locales devinrent l'élément moteur, l'agence fédérale jouant un rôle consultatif. Les districts étant gérés par des responsables élus au niveau local, les agriculteurs pouvaient directement intervenir dans la détermination des méthodes le mieux appropriées à leur région. Grâce à sa collaboration avec les districts, le SCS put ainsi apporter son assistance technique à des régions qui n'avaient pas encore bénéficié de ses programmes.

Cette vue aérienne d'une région agricole du Wisconsin montre les effets bénéfiques de la culture en bandes.

L'une des plus importantes mesures de prévention parmi celles mises en œuvre par le SCS fut l'identification des terres les plus vulnérables. « Ils ont privilégié le recours aux levés topographiques pour identifier les terrains les plus exposés à l'érosion éolienne, et encouragé le fermier à transformer ces parcelles en prairie et à cultiver celles dont le sol était moins fragile », explique Douglas Helms, historien du NRCS. Les fermiers furent en outre incités à diversifier leurs activités en combinant culture et élevage ; ainsi pourraient-ils tirer le meilleur profit de toutes leurs terres et mieux résister aux fluctuations des prix et aux aléas météorologiques.

Un héritage durable

Ces pratiques, conçues au départ pour faire face à la plus grave crise agricole de l'histoire américaine, sont restées en usage dans le cadre des programmes ultérieurs de conservation des sols, tel le Great Plains Conservation Program (GPCP) adopté par le Congrès après une autre période de grande sécheresse dans les années 1950. Le GPCP prévoyait l'établissement de contrats entre le gouvernement et les agriculteurs. Ces derniers s'engageaient à respecter diverses pratiques visant à la conservation des sols, en échange le gouvernement contribuait au financement de travaux, tels que creusement de puits, pose de conduites d'eau pour l'irrigation et plantation de haies brise-vent. « La mesure considérée comme de loin la plus importante était la conversion en prairie des parcelles cultivées dont le sol fin et sableux était menacé par l'érosion, et la diversification des cultures afin d'aboutir à un meilleur partage entre agriculture et élevage dans les plaines », écrit Douglas Helms dans une histoire du SCS. Le GPCP a laissé place par la suite à d'autres programmes, mais la conclusion de contrats de cette nature joue toujours un rôle essentiel. Depuis quelques années, les agriculteurs sont tenus d'appliquer les mesures de conservation des sols pour continuer à bénéficier de l'assistance fédérale.

Près de soixante-dix ans après la création du Service de conservation des sols, l'agence gouvernementale qui lui a succédé – le Service de préservation des ressources naturelles – reste un puissant ressort de l'agriculture américaine.

Aujourd'hui, cet organisme, en coopération avec les agriculteurs et quelque 3 000 districts de conservation des sols, travaille sur un large éventail de questions : contrôle de la pollution liée à l'accumulation des engrais et déchets animaux, gestion des forêts et amélioration de l'habitat naturel.

La sécheresse et les vents continuent de sévir sur les Grandes Plaines, mais avec les mesures de sauvegarde mises en place, il est désormais peu probable que la région connaisse un phénomène de désertification aussi désastreux que celui qui lui a valu le nom de Dust Bowl. Dans les années 1930, le président Roosevelt, évoquant la catastrophe, a déclaré : « Une nation qui détruit son sol se détruit elle-même. » A travers les programmes qu'ils ont mis en œuvre, les Etats-Unis ont montré que l'action commune du gouvernement et des citoyens pouvait remédier aux ravages de la désertification.

Californie, 2001. Les « cultures de couverture » entre les rangées d'arbres atténuent l'érosion du sol.

Les systèmes d'alerte précoce

Les effets néfastes de la désertification pour la planète, les régions et les êtres humains sont maintenant bien connus. Il apparaît aussi clairement que les hommes, s'ils s'en donnent la peine et poursuivent durablement leurs efforts, peuvent inverser le processus. Il est donc essentiel que les programmes de lutte contre la désertification incluent l'identification des zones à risque et l'information des habitants, de façon que ceux-ci puissent – de concert avec les autorités régionales et nationales – prendre toutes mesures utiles pour inverser le processus de dégradation avant qu'il n'ait atteint un stade trop avancé.

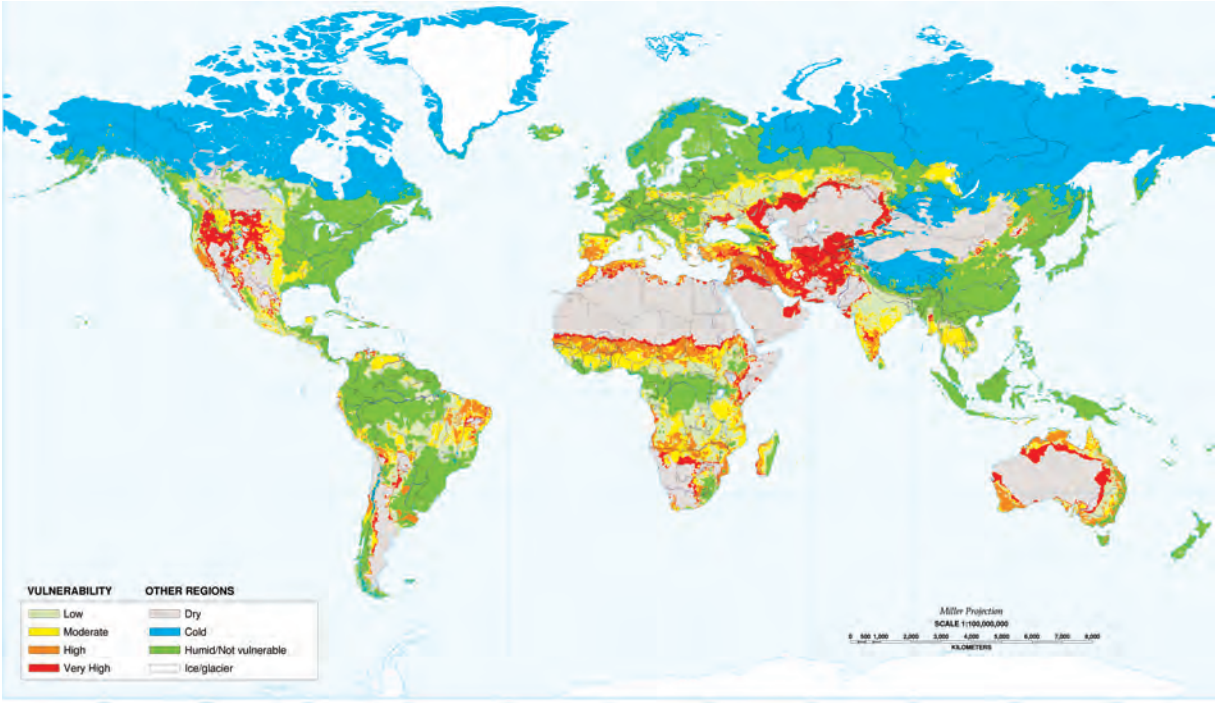
La Convention sur la lutte contre la désertification (CCD), entrée en vigueur en 1996 après son adoption par les Nations unies, stipule que les pays signataires doivent coordonner la collecte et l'analyse des données scientifiques sur la sécheresse et la désertification de façon à permettre « une alerte précoce et la mise en place de programmes d'action en cas de variations climatiques défavorables ». Compte tenu de la complexité des causes de désertification, la Convention pose en outre que les systèmes d'alerte doivent intégrer des données émanant de sources diverses – depuis l'observation par satellite jusqu'au savoir traditionnel des populations locales, qui ont appris au cours des millénaires à interpréter les signes annonciateurs des changements climatiques et à réagir en conséquence.

L'observation de la faune et de la flore

« En me fondant sur l'expérience acquise dans les pays en développement, je puis affirmer que le savoir traditionnel est riche d'enseignement », dit Richard Ohlemacher, conseiller technique à l'U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). « Ces populations connaissent l'environnement dans lequel elles vivent, elles connaissent la faune et la flore et perçoivent et interprètent les interactions entre le milieu et la vie qui les entourent. Elles observent le comportement des oiseaux, elles regardent où les essaims d'abeilles vont se loger, et cela leur apprend beaucoup de choses. Il existe chez elles une longue tradition orale qui retrace leur histoire sur de nombreuses générations. »

Consciente de l'intérêt d'un tel savoir, la Convention invite expressément ses signataires à « protéger, intégrer, promouvoir et valider le savoir traditionnel et local », et à faire en sorte que les populations locales tirent profit de tout usage commercial de leur savoir.

La Convention tire ainsi du savoir traditionnel des « indicateurs de base » auxquels elle attache beaucoup de prix. De nombreuses populations autochtones se fondent sur l'observation de la faune et de la flore pour prédire le calendrier et l'importance des précipitations ainsi que la fertilité du sol. Le peuple digo, par exemple, qui vit dans la province côtière du Kenya, observe les migrations des singes et des papillons pour déterminer s'il va ou non pleuvoir. L'apparition des fourmis rouges et le coassement des crapauds annoncent l'arrivée imminente de la pluie, ce qui pousse les paysans à accélérer en toute hâte leurs plantations. Si certains oiseaux poussent un cri particulier ou si le manguier produit beaucoup de



Cette carte, réalisée par le département américain de l'Agriculture, indique la vulnérabilité à la désertification de l'ensemble des régions du monde. Les régions colorées en rouge sont les plus exposées.

fruits, les pluies seront faibles, de sorte que les paysans feront des plantations aussi abondantes que possible tout en se préoccupant de trouver d'autres sources de revenus. Pour les Kambas de l'Est du Kenya, la présence de nombreux arbrisseaux dans des forêts de faible densité signifie que la terre y est fertile et doit être déboisée pour être transformée en terre agricole ; au contraire, la présence de nombreux arbres dont les racines affleurent signifie que les arbres ont « mangé » le sol. Un sol noir est plus riche en « huile » et donc plus fertile, tandis qu'un sol sablonneux et de couleur rougeâtre est un sol pauvre où l'on ne doit planter qu'une fois la pluie venue.

La validité d'un certain nombre d'indicateurs de base a été confirmée par l'étude scientifique. Il est aujourd'hui largement reconnu, par exemple, que les variétés d'espèces végétales qui poussent naturellement en un lieu donné, ainsi que leur densité, constituent un baromètre de l'état du sol et de son histoire. Des animaux comme l'antilope, la girafe et autres gros herbivores peuvent maintenir l'équilibre de l'écosystème en se nourrissant de végétaux différents.

Prise au Sénégal en 1996 par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), en prélude à la campagne de réhabilitation des terres, cette photographie symbolise les effets désastreux de la désertification.

Mais le bétail, lui, ne mange que de l'herbe et une fois que celle-ci a disparu, des arbustes et des plantes buissonneuses impropres à leur alimentation prennent la relève, s'étendant souvent avec rapidité et vidant le sol de ses substances nutritives. Dans un certain nombre de régions, comme la Namibie, en Afrique australe, un tel envahisse-

En Chine, dans la région autonome du Xinjiang Uygur, un paysan à bicyclette affronte une forte tempête de sable.

ment par la végétation ligneuse est considéré comme faisant partie intégrante du processus de désertification.

Le rôle de la science

Aussi utiles soient-ils, les indicateurs de base ne sont valables que pour des zones bien délimitées. L'observation scientifique permet d'avoir une vision globale et d'enregistrer les tendances évolutives aux niveaux régional, national et même planétaire. Pour déceler et suivre les changements susceptibles de conduire à la désertification, les chercheurs disposent à la fois d'instruments de mesure au sol et de systèmes d'exploration à distance, essentiellement à partir de satellites en orbite autour de la Terre.

L'utilisation de satellites à des fins météorologique remonte au début des années 1960, quand a commencé la « course à l'espace ». En 1972, la National Aeronautics and Space Administration (NASA) a lancé le premier des satellites dits à vocation environnementale, capables de mesurer un certain nombre de variables concernant l'environnement terrestre et de prévoir leur évolution. Ils ont aujourd'hui atteint un tel degré de perfectionnement qu'aucun élément de l'écosystème terrestre ne peut pratiquement leur échapper – vents, état de la mer, végétation, humidité du sol, composition chimique de l'atmosphère, températures de la terre et de la mer et même épaisseur de la calotte glaciaire.

Une technologie aussi avancée permet aux spécialistes d'étudier jour après jour les données transmises par les instruments embarqués à bord des satellites, tant commerciaux que gouvernementaux. Ils peuvent ainsi localiser les zones menacées par la désertification et prévoir les phénomènes météorologiques, tel le célèbre courant océanique El Niño, susceptibles d'engendrer des périodes de sécheresse dans différentes parties du monde. L'un de ces instruments baptisé ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) est ainsi capable de mesurer la vitesse à laquelle l'eau s'échappe de la surface terrestre à travers à la fois l'évaporation des nappes d'eau et la transpiration des végétaux. Peut-être l'outil le plus précieux pour l'évaluation du risque de désertification est-il l'AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) qui mesure le rayonnement infrarouge des plantes. Il établit ainsi une sorte d'« indice de verdure » qui permet aux spécialistes de dresser une carte mondiale où apparaissent la densité et la vigueur de la végétation en tous les points de la

Au Maroc, le lit asséché d'un oued montre les terribles conséquences de trois années de sécheresse.

Au cours de leur migration hivernale, des cigognes européennes cherchent leur nourriture sur une parcelle herbeuse au Kenya.

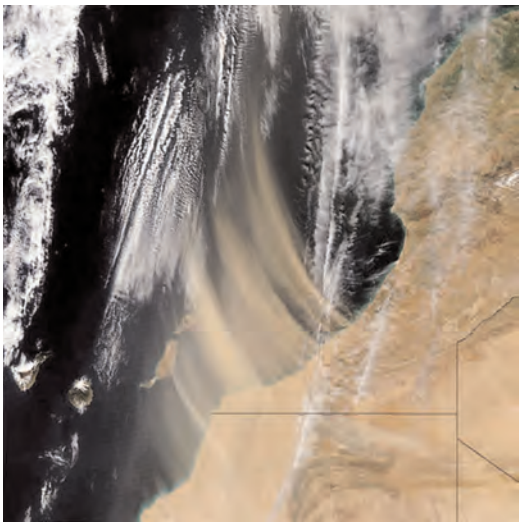
planète. Ces instruments d'une grande sensibilité fournissent des données précises et fiables. L'un des pionniers en ce domaine, Compton Tucker, éminent spécialiste des sciences de la Terre au Goddard Space Flight Center dans le Maryland – centre d'études rattaché à la NASA – suit depuis 1980 l'évolution de la végétation en Afrique subsaharienne. Il a ainsi pu établir que le désert du Sahara, contrairement à ce que l'on avait longtemps craint, ne s'étend pas en engloutissant progressivement les terres fertiles du Sud. Ses frontières méridionales avancent ou reculent d'une année sur l'autre selon l'abondance des précipitations, mais, globalement, sa superficie n'a pas augmenté.

Les instruments de mesure à haute résolution embarqués sur les satellites permettent également à Tucker de compter avec précision le nombre des arbres et arbustes sur deux sites au Sénégal et un site en Mauritanie, dans la zone de transition entre le Sahara au nord et le Sahel au sud. Une diminution de la densité des arbres et buissons pourrait être un signe annonciateur de désertification, conséquence soit d'une plus grande aridité de la région soit de l'abattage des arbres et arbustes par les habitants en quête de bois de feu, exposant le sol à l'érosion éolienne et hydrique. Les données fournies par satellite permettent aussi de déterminer si la végétation comestible pour le bétail a cédé la place à une végétation ligneuse non comestible – signe que la fertilité du sol est en cours de disparition pour cause de surpâturage.

Mais l'observation par satellite a, elle aussi, ses limites et la majorité des spécialistes reconnaissent qu'elle ne pourra jamais remplacer l'observation directe sur le terrain. Au comptage par satellite des arbres et des buissons africains pra-

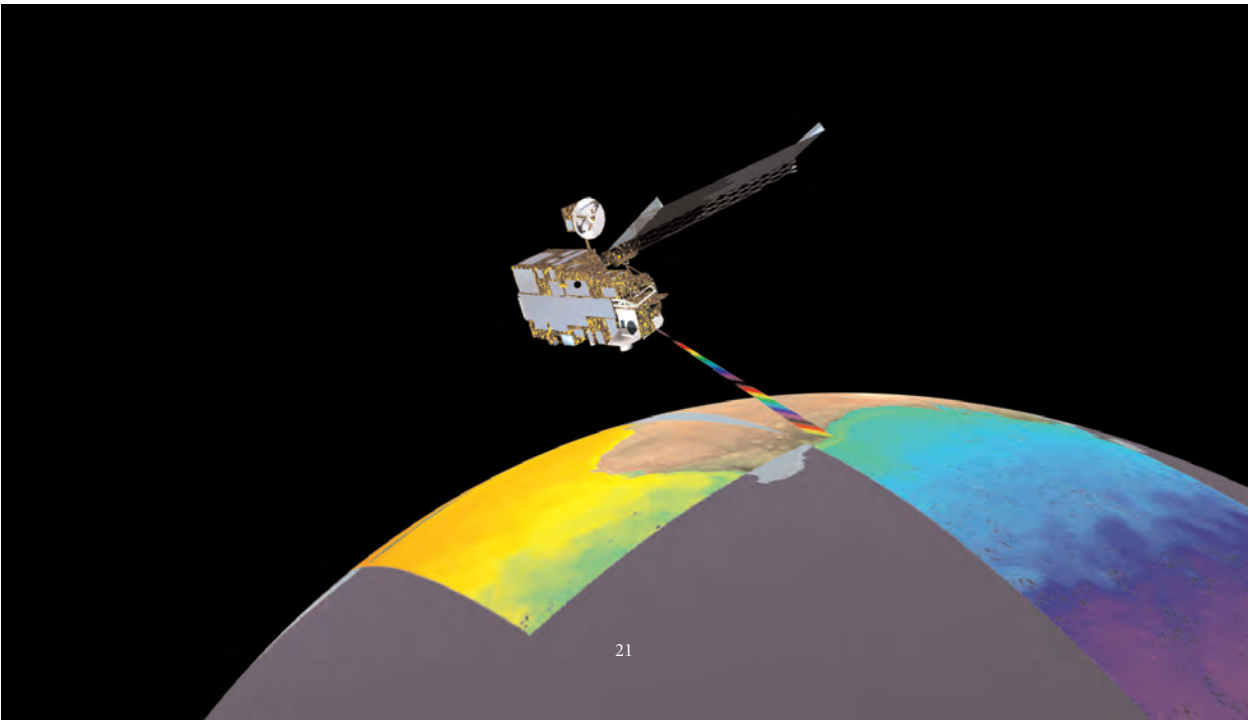
tiqué par Tucker est venu s'ajouter le travail d'un autre spécialiste de l'écologie forestière – Patrick Gonzalez, du Nature Conservancy – qui a observé directement sur plusieurs centaines de kilomètres la composition de la forêt sénégalaise, consultant de vieilles cartes et interrogeant les anciens pour déterminer comment avait évolué la végétation au cours du temps. Gonzalez est parvenu à la conclusion que la disparition progressive de certaines espèces végétales – signe précurseur de désertification – avait fortement réduit l'éventail des ressources des populations locales. Seules deux espèces d'arbres peuvent encore fournir du bois de feu et vingt-cinq espèces de plantes médicinales traditionnelles se sont considérablement raréfiées. Huit espèces qui, lors des précédentes sécheresses, fournissaient des fruits et des feuilles comestibles ont disparu de plus de la moitié des zones où elles poussaient autrefois, diminuant d'autant les possibilités de trouver une nourriture de substitution en cas de disette.

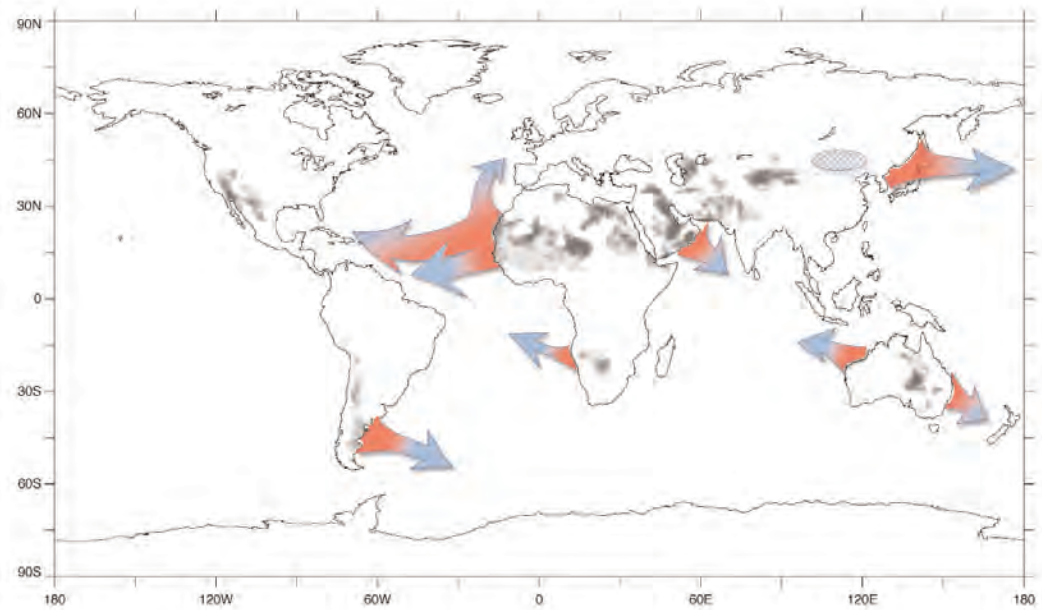
De telles enquêtes sur le terrain peuvent confirmer les informations fournies par les satellites ou révéler des lacunes dans les données, reconnaît Tucker. Elles permettent également de



Cette photographie, prise en 2003 par un satellite de la NASA, montre des nuages de poussière en provenance du désert marocain emportés par le vent au-dessus de l'océan Atlantique.

Les satellites peuvent déceler les plus légers changements climatiques qui affectent la Terre. Cette image, communiquée par la NASA, montre le satellite TERRA équipé d'un MODIS (moderate resolution imaging spectroradiometer), capable de détecter la sécheresse et de nombreux autres phénomènes vitaux affectant la biosphère.





Cette carte indique les régions de la planète (en gris foncé) où de grosses tempêtes de poussière surviennent fréquemment. Les flèches indiquent le transport dans l'atmosphère des nuages de poussière par-dessus les océans. [J. M. Prospero, P. Ginoux, O. Torres, S. Nicholson et T. Gill. Les origines des nuages de poussière voyageant dans l'atmosphère sont identifiées par le spectromètre NIMBUS 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS). Rev. Geophys. 10.1029/2000RG000095, 4 septembre 2002.]

savoir à partir de quelle taille un buisson peut être décelé et pris en compte par un satellite ou si deux gros arbres peuvent paraître n'en constituer qu'un seul. « En l'absence d'un travail direct sur le terrain, souligne Tucker, on peut facilement parvenir à des conclusions erronées et les étendre à de vastes régions. »

Les spécialistes disposent d'un autre outil important, appelé Geographic Information Systems (GIS), qui leur permet, à partir des données fournies à la fois par les instruments de mesure au sol et par les satellites, de voir comment différents facteurs se conjuguent pour aboutir à la désertification. Grâce à des logiciels extrêmement complexes, les chercheurs peuvent superposer, sur une carte de base, différentes cartes indiquant l'évolution du régime pluvial, de la végétation, de la densité de population ou des cultures sur une large période de temps. « La compilation des données émanant de diverses sources d'information permet de dresser des tableaux, des graphiques et des cartes qui nous aident à comprendre le processus de dégradation du sol, la désertification, les phénomènes climatiques et les catastrophes naturelles – bref, tout ce qui concerne la Terre », dit Ohlemacher.

Les géographes du Service de préservation des ressources naturelles du département américain de l'Agriculture ont utilisé à la fois le GIS, les cartes géologiques et les données concernant la température et le degré d'humidité du sol fournies par 25 000 stations réparties sur l'ensemble du globe, pour dresser une carte des « zones de tension » menacées par la désertification et les conflits qu'elle peut contribuer à susciter. Ils sont parvenus à la conclusion que plus de 75 % de la population mondiale vit dans des régions qui ne disposent pas d'une forte capacité de production

céréalière et fourragère. Les zones de tension où le risque est le plus aigu – incluant les pays d'Afrique occidentale, le Nord-Est du Brésil et de vastes régions d'Asie centrale et méridionale – couvrent près de 12 millions de km^2 et sont peuplées de plus de 1,4 milliard d'habitants.

L'utilisation des informations

Les informations scientifiques recueillies au cours de ces dernières années ont permis de fascinantes découvertes sur la manière dont la désertification agit sur l'environnement de l'ensemble de la planète. Les observations montrent que la poussière engendrée par la dégradation du sol peut en fait accélérer le processus de désertification. Des chercheurs israéliens ont étudié les images transmises par satellite des nuages de poussière au large du littoral atlantique de l'Afrique et sur la partie orientale du bassin méditerranéen. Ils ont découvert que la poussière et d'autres particules en suspension dans l'air, comme celles provenant des incendies de forêt, entraînaient une diminution de la taille des gouttelettes d'eau constituant les nuages, d'où une diminution des précipitations et une aggravation de la sécheresse. En bref, ont-ils conclu, la poussière engendre la poussière.

D'autres recherches tendent à montrer que la désertification en Afrique contribue au développement anarchique de certaines algues, aux maladies affectant les récifs de corail et à la disparition des oursins dans les Caraïbes. Les images transmises par satellite indiquent clairement que les nuages de poussière en provenance d'Afrique traversent l'Atlantique. Il est avéré que certains composants trouvés dans le sol sur l'ensemble des îles des Caraïbes aussi bien que dans la forêt amazonienne proviennent d'Afrique. Les spécialistes pensent que cette poussière contient des éléments nutritifs qui favorisent le développement des algues toxiques dans la mer des Caraïbes ainsi que la propagation de maladies bactériennes, virales et fongiques qui menacent la vie marine.

Comment tirer concrètement parti de ces découvertes, tel est le défi que doivent relever les chercheurs. Selon un comité d'experts mis en place dans le cadre de la Convention sur la lutte contre la désertification, les informations sur les signes annonciateurs de sécheresse et de désertification ne sont pas encore suffisamment exploitées et ne donnent pas lieu à la mise en place de programmes d'action à long terme au niveau national. Pourtant, la possibilité de prédire jusqu'à six mois à l'avance des épisodes de sécheresse et des phénomènes climatiques comme El Niño permet aux autorités nationales et régionales de prendre toutes mesures utiles pour faire face au risque de pénurie alimentaire qui peut en résulter. Le réseau d'alerte précoce au risque de famine (Famine Early Warning Systems Network, ou FEWS NET), financé par l'Agence américaine pour le développement international (USAID), regroupe les données collectées par satellite et par les instruments d'observation au sol concernant la météorologie, la situation des cultures et des pâturages, afin de mesurer les progrès de la désertification et l'ampleur des variations climatiques. FEWS NET transmet ces informations à dix-sept pays et plusieurs centres régionaux du continent africain, afin de les avertir des dangers qui menacent leur sécurité alimentaire et de les inciter à renforcer les moyens de faire face à de telles crises.

La communauté internationale doit assumer une responsabilité plus large : coordonner ses efforts pour défendre l'environnement de l'ensemble de la planète. Dans cette optique, les représentants des gouvernements de plus de trente Etats se sont réunis en 2003 pour le premier Sommet d'observation de la Terre, sous l'égide du département d'Etat américain. Les participants se sont mis d'accord pour établir un plan décennal destiné à mettre en place un système global d'observation qui permettra de mieux coordonner, au niveau mondial, les décisions sur les questions climatiques et environnementales intéressant l'ensemble de la planète.

La gestion des terres

Chaque printemps, en Chine, le « dragon jaune » pointe son horrible tête et, dévalant du nord, crache ses rugissements vengeurs jusqu'à Pékin. Ce dragon n'est autre qu'un immense nuage de poussière qui provoque des affections respiratoires, entraîne la fermeture des aéroports et détruit les récoltes tout autour de la capitale chinoise.

Le nuage poursuit sa route, envahit la Corée et le Japon puis, poussé par les courants aériens circulant à haute altitude, traverse le Pacifique pour atteindre l'Ouest des Etats-Unis. De la même façon, les nuages de poussière en provenance des terres arides d'Afrique traversent l'Atlantique en direction des multiples îles des Caraïbes où on le soupçonne d'avoir toutes sortes d'effets néfastes, depuis le renforcement des ouragans jusqu'au dépérissement des récifs de corail.

Ces tempêtes de poussière sont le résultat de la désertification qui affecte désormais 70 % des terres arides de la planète. La surexploitation des terres, le surpâturage et la déforestation, aggravés par la sécheresse, entraînent la disparition de la végétation, laissant la précieuse couche arable à la merci de l'érosion éolienne et hydrique. Selon le Worldwatch Institute, la planète a perdu, au cours des vingt dernières années, assez de terre arable pour recouvrir l'ensemble des terres cultivées des Etats-Unis. Les arbres, eux aussi, disparaissent à un rythme alarmant. La Banque mondiale estime que près de la moitié de la forêt originelle qui recouvrait la Terre a été détruite, dont la majeure partie au cours des trente dernières années.

Aussi sombre qu'elle paraisse, la situation est cependant loin d'être désespérée. Dans un certain nombre de pays africains durement touchés par la désertification, les agriculteurs maîtrisent l'érosion, veillent à la régénération naturelle des arbres et, plus généralement, d'une végétation largement diversifiée, et s'attachent avec fierté à réhabiliter les terres dégradées. Autrement dit, ils créent ou restaurent leur capital naturel en lui prodiguant davantage de soins.

Les agriculteurs tendent de plus en plus à considérer que leur activité ne consiste pas seulement à assurer leur simple subsistance. Ainsi, ils s'engagent dans des pratiques qui optimisent la rentabilité des investissements et réduisent les risques. Ils apprennent à combiner les avancées de la technologie, telles que l'utilisation d'espèces végétales génétiquement modifiées pour résister à des conditions hostiles, avec leurs systèmes traditionnels de gestion des terres, ce qui permet, en tenant compte des spécificités de chaque région, d'assurer des ressources agricoles durables. C'est ainsi que les paysans de la haute vallée du Niger utilisent de préférence les engrais et les variétés de semences améliorées sur les terres qu'ils ont amendées par l'apport de matières organiques et auxquelles ils ont appliqué les mesures de conservation des sols. Ils savent que l'utilisation conjointe d'engrais et de semences améliorées atteindra une efficacité optimale sur de tels terrains.

La lutte contre l'érosion

La première mesure défensive contre la désertification, c'est la prévention de l'érosion

Les alignements de margousiers, comme ici au Niger, forment d'efficaces brise-vent et réduisent l'érosion éolienne.

Au Niger, le programme Keita, mis en œuvre par la FAO, a substantiellement contribué à l'effort de restauration des terres dégradées. On voit ici des femmes construisant des barrières constituées de tiges de millet séchées et destinées à stabiliser ou «fixer» les dunes.

hydrique et éolienne. Sur les terrains vallonnés, beaucoup de paysans utilisent aujourd'hui le vieux système de la culture en terrasses. Au Burkina Faso, par exemple, les agriculteurs construisent des murets suivant les courbes de niveau, en s'assurant qu'ils sont suffisamment poreux pour permettre à l'eau de s'égoutter lentement. En Thaïlande et aux Philippines, les paysans plantent des haies de vétiver, une grande plante herbacée vivace, aux racines profondes, qui forment comme des murets le long des terrains en pente.

Dans les régions dont l'aridité et le degré de désertification sont tels que les nuages de sable posent un

Au Niger, dans le cadre du programme Keita, la fixation des dunes, comme le montre cette photographie prise en 1989, contribue à stabiliser le sol et à le rendre de nouveau cultivable.

problème permanent, les agriculteurs, avec le concours des autorités, confectionnent des palissades en utilisant les résidus de récolte, notamment les tiges de millet et de sorgho liées en gerbes, ainsi que de gros galets pour maintenir le sable en place. Des treillages de paille, ainsi que la plantation d'arbres et d'arbustes résistant à la sécheresse, contribuent également à atténuer l'action du vent sur les sols fragiles. Au Niger, dans la vallée de la Majjia, par exemple, des brise-vent constitués de grands arbres réduisent les effets desséchants du vent. En protégeant les jeunes plants, les paysans prolongent d'une semaine ou même plus les effets bénéfiques de la saison des pluies : c'est parfois ce qui fait la différence entre une bonne récolte et une récolte désastreuse.

La culture en bandes, qui consiste à alterner des bandes de graminées ou de céréales à paille avec des bandes de cultures vivrières, réduit considérablement l'érosion des sols cultivés. Une autre méthode de plus en plus largement pratiquée en Amérique du Sud et en Afrique est celle de la culture sans labour, qui se rapproche de la technique qu'utilisaient les Amérindiens. Dans ce système, les résidus de la précédente récolte sont laissés sur place et le paysan fait simplement un trou dans lequel il place la nouvelle semence, sans labourer préalablement la terre. Cela permet au sol de mieux résister à l'action du vent et de la pluie. Recevant moins d'oxygène, les matières organiques enfouies dans la terre se décomposent plus lentement, ce qui accroît la fertilité du sol et lui permet de mieux retenir l'humidité.

Les arbres constituent, naturellement, une excellente protection contre l'érosion éolienne, qu'ils soient plantés en bordure d'un champ ou à grande échelle, comme le prévoit en Chine le programme de « Grande muraille verte ». L'Argentine et le Mozambique emploient les jeunes chômeurs à des opérations de reboisement qui restaureront les terres dégradées et permettront de tirer des revenus de l'exploitation forestière. Avec le concours des Etats-Unis, le gouvernement afghan a créé l'Afghan Conservation Corps dans le même but : créer des emplois en lançant des programmes de reboisement et de préservation des ressources en eau.

L'utilisation optimale des ressources locales

Dans les pays en développement, on intensifie les efforts pour planter ou préserver un certain nombre d'espèces végétales aux multiples avantages. En Afrique, le système traditionnel de l'agrosylviculture bénéficie d'un regain d'intérêt. Ainsi, dans la région du Sahel, qui a connu au début des années 1970 une sécheresse et une famine épouvantables, les forêts ont été transfor-

mées en espaces verts, où des arbres soigneusement sélectionnés croissent au milieu des cultures et des pâturages. Outre le fait qu'ils protègent le sol sablonneux du vent durant la saison sèche et des précipitations torrentielles durant la saison des pluies, les arbres accroissent la fertilité du sol et fournissent bois d'œuvre, bois de feu, fourrage, fruits et gomme.

Il existe une variante relativement récente du système agroforestier baptisée « régénération naturelle assistée », explique Mike McGahuey, conseiller en gestion des ressources naturelles auprès de l'Agence américaine pour le développement international (USAID). La méthode consiste à laisser différentes espèces d'arbres généralement considérés comme inutiles croître

Au Ghana, dans la région du lac Volta, une enfant tient dans ses mains un jeune plant qui sera mis en terre dans le cadre d'un programme de reboisement.

au milieu des cultures sans dépasser la taille d'arbustes. Outre leur action contre l'érosion éolienne et hydrique, les arbres contribuent à la fertilité du sol par l'accumulation des feuilles mortes. Certaines pratiques agroforestières se sont révélées tellement efficaces qu'il n'est plus nécessaire de laisser périodiquement les champs en jachère pour assurer la régénération du sol, ajoute McGahuey.

Plusieurs espèces d'arbres se révèlent particulièrement intéressantes pour l'agrosylviculture en Afrique. L'une d'elles est l'Acacia albida, arbre de la famille des légumineuses dont les feuilles, riches en azote, tombent à la saison des pluies. Les graines semées sous ces arbres lèvent plus vite, bénéficiant d'une ombre légère, d'humidité et d'un apport supplémentaire d'éléments nutritifs. Les jeunes feuilles et les fruits de ces arbres constituent en outre un excellent aliment pour le bétail.

Une autre espèce extrêmement prisée est le karité, très courant dans toute la zone semi-aride qui s'étend de l'Afrique de l'Ouest au Soudan. Les femmes en récoltent les graines dont elles extraient une huile utilisée pour la cuisine, dans l'industrie des cosmétiques et, depuis peu, dans la fabrication du chocolat en Europe.

Au Mali, en Afrique occidentale, une plante aux multiples qualités, connue sous le nom de jatropha, a été au centre d'un programme soutenu par le gouvernement allemand et visant à produire de l'énergie renouvelable, à lutter contre l'érosion et à apporter des revenus aux populations rurales, notamment aux femmes. Vivace, résistant à la sécheresse et non comestible pour les animaux, le jatropha est idéal pour la constitution de haies vives : il protège les cultures de l'incursion du bétail et ses racines superficielles retiennent le sol, réduisant l'érosion éolienne et hydrique. Ses feuilles, ses graines et son latex sont traditionnellement utilisés pour leurs vertus médicales. Les graines fournissent par ailleurs à bon compte une huile utilisée à la fois comme combustible et comme lubrifiant pour le fonctionnement des moulins à grain et des pompes à eau.

Les oléagineux extraits du jatropha peuvent être utilisés seuls ou mélangés avec d'autres matières grasses végétales telles que le beurre de karité pour la fabrication d'un savon de qualité que les femmes peuvent facilement vendre sur les marchés locaux ou dans les villes voisines. Le tourteau obtenu après extraction de l'huile constitue un excellent engrais organique dans une région où le sol s'appauvrit très vite et où les engrais chimiques coûtent très cher.

Cette photographie d'une zone semi-aride au Niger montre qu'il est parfois possible, en utilisant les pratiques agricoles appropriées, de trouver de l'eau en profondeur pour permettre aux plantes de se développer, même lorsque les cours d'eau sont asséchés.

L'importance du mode d'exploitation

L'agrosylviculture et autres mesures de conservation des sols ne donnent de bons résultats que si les agriculteurs sont suffisamment motivés pour investir dans la terre. « La majorité des investissements en matière d'aménagement de la terre ne sont rentables qu'au bout d'un certain temps, sept ans peut-être ou même dix », explique Jon Anderson, conseiller en gestion des ressources naturelles auprès de l'USAID. « L'agriculteur doit donc être assuré de pouvoir exploiter sa terre sur la durée afin de tirer profit de ses investissements dans sept ou dix ans. S'il n'est pas assuré de pouvoir cultiver la même parcelle de terre année après année, il n'entreprendra pas les travaux nécessaires pour préserver le sol et les ressources en eau. La dégradation de la terre se poursuit et l'on aboutit à la désertification. »

L'Afrique illustre parfaitement l'importance du mode d'exploitation des terres. Avant la colonisation européenne, la terre était placée sous l'autorité des anciens du village ou du groupe de villages ; c'étaient eux qui allouaient la terre et édictaient les règles d'utilisation des ressources, explique Anderson. Les paysans ne disposaient pas d'un titre individuel de propriété, mais ils étaient assurés du droit d'accès à une parcelle de terre. Puis les puissances coloniales décrétèrent que la terre appartenait désormais à l'Etat. Leur motivation était double : elles voulaient d'une part exploiter les ressources de l'Afrique à leur profit et, d'autre part, éviter les conflits entre les divers groupes ethniques. Mais la puissance coloniale était dans l'incapacité de faire respecter sa loi dans de nombreux territoires, de sorte que la terre tombait en fait sous le contrôle du premier

arrivant. Lorsqu'ils accédèrent à l'indépendance dans les années 1960, les pays africains ou bien essayèrent de conserver le système foncier colonial, ou bien optèrent pour le socialisme et la collectivisation des terres. Dans les deux cas, le paysan local ne disposait d'aucun droit lui garantissant l'accès à la terre.

Fort heureusement, de nombreux pays africains optent aujourd'hui pour la décentralisation et « reviennent à un système de responsabilité et de gestion locale des ressources », rapporte Jon Anderson. Mais, à la différence du système traditionnel, dans lequel les femmes ne jouaient aucun rôle, on cherche aujourd'hui à instaurer la participation et l'équité en associant les femmes au processus de décision. C'est là un point essentiel de la Convention sur la lutte contre la désertification, qui rappelle à plusieurs reprises la nécessaire participation des catégories les plus affectées par la désertification et mentionne clairement « le rôle important joué par les femmes ».

Le mouvement de décentralisation est évident dans des pays comme le Mali, où des communes regroupant cinq ou six villages gèrent elles-mêmes leurs ressources. Elles décident, par exemple, de transformer telle partie de leur territoire en zone de forêt protégée, de préserver telle espèce d'arbre ou de mettre telle parcelle en jachère. Ce système décentralisé de décision et de contrôle s'est révélé particulièrement efficace dans les communautés rurales où il était accompagné de programmes de formation. Ces programmes, qui bénéficient le plus souvent du soutien de l'USAID et d'autres donateurs, montrent comment appliquer les principes démocratiques à la gestion des forêts. Dans la mesure où la mise en œuvre des règles démocratiques se traduit par une amélioration concrète des conditions de vie de la collectivité, leur enseignement est généralement bien accueilli.

Le retour à l'agrosylviculture suppose une évolution du système national de gestion des forêts. Avant les années 1980, il était possible, dans de nombreux pays africains, d'obtenir l'autorisation de se rendre sur n'importe quelle parcelle de terre, sans se soucier de savoir qui la cultivait, et d'y couper tous les arbres. « Il n'existait aucune incitation à planter des arbres ni à s'abstenir d'en abattre quand personne n'était là pour vous voir », relate Mike McGahuey. Mais lorsque le Niger prit l'initiative d'accorder aux collectivités locales la responsabilité de veiller elles-mêmes sur leurs forêts, on s'aperçut que celles-ci se régénéraient en l'espace de cinq ans au point qu'il était alors possible de reprendre un début d'exploita-

En 2004, dans la région de Kaboul, des membres de l'Afghan Conservation Corps (ACC) repiquent des plants d'arbres.

Des membres de l'ACC préparent le sol pour la plantation de jeunes arbres à Kaboul.

Au Kenya, dans cette parcelle expérimentale, le Centre international de recherche en agrosylviculture s'emploie à améliorer la terre en juxtaposant cultures vivrières et plantation d'arbres.

tion. Des espèces qui avaient disparu depuis une génération repoussaient spontanément. « Le Niger offre là une leçon dont beaucoup de pays en développement pourraient tirer profit, souligne McGahuey. Il ne s'agit pas d'imposer le retour à des techniques ancestrales, mais de créer les conditions qui conduiront ceux-là même qui sont à l'origine du problème à estimer qu'il est de leur intérêt de faire quelque chose pour tenter de le résoudre. Cela revient presque toujours à trouver de nouvelles pratiques agricoles qui améliorent en même temps les conditions de vie. »

La perte du savoir traditionnel

Le combat contre l'érosion et la sécheresse est aussi vieux que le travail de la terre. Les anciens Chinois, les Mayas d'Amérique centrale et les Incas des Andes ont, indépendamment les uns des autres, conçu l'aménagement de terrasses formant comme des escaliers au flanc des collines, dans le but de ralentir le ruissellement de l'eau et de prévenir l'érosion des terres cultivées. Les paysans des régions arides avaient appris à subvenir à leurs besoins en diversifiant leurs cultures : certaines variétés végétales s'adaptaient aux différents niveaux de précipitations, d'autres arrivaient à maturité à différentes périodes de l'année, d'autres encore étaient utilisées pour différents usages, alimentaires ou autres. Les agriculteurs andins, par exemple, cultivaient jusqu'à 3 000 variétés différentes de pommes de terre. Une telle diversité garantissait un niveau minimal de productivité, même dans les conditions climatiques les plus défavorables.

Les bouleversements sociaux et politiques ont bien souvent contraint les populations à abandonner leurs pratiques ancestrales. En Afrique, par exemple, la pauvreté et la pression démographique ont contraint de nombreux paysans à tirer

le maximum de sols épuisés et à déboiser à la fois pour se procurer du bois de feu et disposer de nouvelles terres cultivables. Avec de telles pratiques, la diversité des cultures qui garantissait naguère la subsistance des populations a disparu, tandis que les terres productives se transformaient en espaces désertifiés et inutilisables. Dans de nombreux pays, les populations rurales ont oublié les méthodes naturelles de culture, d'amendement du sol et de lutte contre les parasites, préférant recourir à des produits chimiques toujours plus efficaces, mais qui malheureusement appauvrissent à long terme les terres, et à des machines qui, mal utilisées, exposent le sol à l'érosion éolienne et hydrique.

Le côté positif des choses, c'est que partout dans le monde des efforts sont entrepris pour restaurer les terres désertifiées, mettre un terme à la dégradation des sols et sauver de l'oubli les méthodes culturales traditionnelles. Nombre de ces programmes bénéficient du soutien de la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification, qui invite instamment les nations à préserver « les connaissances, savoir-faire et pratiques traditionnels et locaux ».

Le mariage de la science et de la tradition

Le retour aux méthodes agricoles traditionnelles ne constitue pas le seul et unique moyen de lutter contre la désertification. La science moderne a sans nul doute un rôle bénéfique à jouer : elle peut améliorer la productivité agricole en créant des espèces qui résistent à la sécheresse, aux insectes et même aux sels déposés par l'eau d'irrigation. Israël, par exemple, a mis au point des variétés de tomates, de melons et de raisins qui non seulement résistent à la salinité des sols mais gagnent aussi en douceur et en fermeté, ce qui en fait des produits idéaux pour l'exportation. Israël apporte également son aide aux pays d'Afrique occidentale pour la plantation de plantes fourragères tolérant la salinité, la restauration des terres dégradées par l'érosion, et pour remédier au trop faible débit des cours d'eau douce. Afin de préserver la biodiversité et de sauver les espèces végétales menacées, le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGRAI), qui bénéficie du soutien de la Banque mondiale et de plusieurs agences des Nations unies, maintient des collections de génotypes – c'est-à-dire les ressources génétiques – de plus de 3 000 espèces de plantes cultivées, de plantes fourragères et d'arbres. Il s'agit de variétés issues de l'agriculture, de variétés améliorées et aussi des espèces sauvages à partir desquelles ces variétés ont été créées.

La science peut certes aider la nature, et parfois même l'améliorer, mais, au bout du compte, les hommes doivent travailler en harmonie avec la nature s'ils veulent prévenir les catastrophes écologiques. « La désertification est, de manière générale, un processus non naturel », affirme Jeri Berc, pédologue au NRCS, rattaché au département américain de l'Agriculture. « C'est pourquoi, conclut-elle, nous devons revenir à la nature, nous attacher à l'imiter et maintenir notre production agricole dans les limites des systèmes écologiquement viables. » Il est important, ajoute-t-elle, « d'accorder du prix à l'agriculture écologique » – au savoir traditionnel concernant les différentes espèces végétales qui peuvent être cultivées en rotation sur un même terrain en fonction des conditions climatiques.

Mais le savoir – qu'il soit le fruit de la tradition ou de la haute technologie – ne suffit pas. Pour réussir pleinement, les méthodes de gestion des terres visant à prévenir la désertification exigent d'être accompagnées d'incitations économiques ; il est également nécessaire que ceux qui travaillent la terre soient assurés de pouvoir y vivre et profiter durablement du fruit de leurs efforts.

L'eau

Vivant sur une planète constituée d'eau à 70 %, un nombre croissant d'habitants de la Terre font écho aux propos du vieux marin dans la ballade du poète Coleridge : « De l'eau, partout de l'eau, et pas la moindre goutte à boire. »

L'eau devient une denrée précieuse. Selon les Nations unies, quatre habitants du globe sur dix vivent aujourd'hui dans des régions où l'eau est rare. En 2025, prévoit l'ONU, les deux tiers de la population mondiale – soit environ 5,5 millions d'êtres humains – risquent de vivre dans des pays confrontés à une grave pénurie d'eau.

Au Niger, près d'Agadez, un jeune garçon transporte de l'eau. L'eau est indissociable du combat contre la désertification.

La question de l'eau est au cœur de l'omniprésente dégradation des terres arides de la planète, encore appelée désertification. Lorsque l'eau est rare, la terre assoiffée – déjà traumatisée par la surexploitation des terres, le surpâturage et la déforestation – ne permet plus à la végétation de croître et abandonne sa précieuse couche arable à l'érosion. La terre désormais dénudée est incapable d'absorber l'eau qu'elle reçoit. Le ruissellement accéléré qui s'ensuit accentue l'érosion, inonde les plaines en aval, envase les cours d'eau et les réservoirs, dégrade la qualité de l'eau des fleuves et, finalement, des océans.

Même l'utilisation de l'eau à des fins bénéfiques – l'irrigation des cultures, par exemple – peut aboutir à la désertification. Une irrigation mal conduite gaspille l'eau qui finit par manquer, tandis qu'une irrigation excessive nuit à la fertilité du sol en détrempant la terre et en laissant s'accumuler des dépôts de sel après évaporation de l'eau.

Soucieuse de mobiliser les énergies sur le problème critique de l'eau auquel est confrontée la planète, l'Assemblée générale des Nations unies a déclaré 2003 Année internationale de l'eau douce et 2005-2015 Décennie sur « L'eau source de vie ». En reconnaissance du rôle central de l'eau dans la lutte contre la désertification, l'ONU a également fait de la gestion des ressources en eau le thème central de la neuvième Journée mondiale de la lutte contre la désertification, célébrée le 17 juin 2003.

Outre ces proclamations officielles, des chercheurs, des responsables politiques et de simples citoyens travaillent dans le monde entier à une meilleure gestion des ressources en eau et expé-

Cette vue de Las Vegas, dans le Nevada (page de droite) montre l'expansion urbaine dans un écosystème désertique fragile. L'augmentation de la densité de population met en péril les écosystèmes et l'approvisionnement en eau partout dans le monde.

rimentent un large éventail de techniques – depuis les méthodes ancestrales jusqu'aux plus récentes conquêtes de la haute technologie – afin de préserver et mieux utiliser l'une des plus précieuses richesses naturelles de la planète.

L'aggravation continue du problème de l'eau

Pas plus de 2,5 % de l'eau qui couvre la planète est de l'eau douce, en majeure partie d'ailleurs enfermée dans les glaces polaires ou de profondes nappes souterraines. Selon le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), moins de 1 % de l'eau douce présente à la surface ou dans les profondeurs de la terre est utilisable par l'homme.

Ces très faibles ressources en eau douce sont l'enjeu d'une féroce compétition. Le volume d'eau utilisé par l'homme a été multiplié par six au cours du siècle passé, soit une augmentation deux fois plus importante que celle de la population du globe. Un être humain sur six ne bénéficie pas d'un accès régulier à l'eau potable ; la moitié des lits d'hôpitaux dans le monde sont occupés par des patients atteints de maladies transmises par l'eau. Quelque 200 experts de 50 nationalités différentes estiment que la pénurie d'eau constitue le plus grave problème environnemental du nouveau millénaire.

La mer d'Aral était naguère un espace maritime plein de vie. Comme le montre cette vue prise côté Kazakhstan, les agriculteurs récoltent le foin là où jadis voguaient les navires.

Pour Sandra Postel, auteur de plusieurs livres sur la question et directrice du Programme mondial de politique de l'eau, la pénurie d'eau est le « tigre endormi » de l'environnement. « Ce problème, dit-elle, va avoir de très lourdes répercussions sur la production agricole, la qualité de l'environnement et la stabilité sociale et politique aux niveaux local et régional. »

Le dilemme de l'irrigation

Le problème, en résumé, réside dans le fait que nous utilisons l'eau plus vite que la nature peut la renouveler ; et cette consommation excessive résulte pour une large part d'un gaspillage et d'une mauvaise gestion des ressources. C'est l'irrigation qui est, de loin, le facteur de gaspillage le plus important. De toute l'eau utilisée dans le monde, 70 % environ sont consommés par l'agriculture, sur lesquels on estime que 60 % sont perdus par évaporation ou par fuite dans les systèmes de distribution. Une partie de cette eau finit par se déverser dans les rivières ou par s'infiltrer jusqu'aux nappes souterraines et peut donc profiter à d'autres usagers, mais la majeure partie de l'eau destinée à l'irrigation n'atteint jamais les cultures qu'elle est censée arroser.

Dans des pays tels que les Etats-Unis, la Chine et l'Inde, le détournement de l'eau pour les besoins de l'irrigation fait baisser le niveau des nappes souterraines et assèche les cours d'eau. Il arrive souvent, par exemple, que le Colorado, dans l'Ouest des Etats-Unis, et le fleuve Jaune, en Chine, se retrouvent à sec avant d'arriver à la mer. Certains grands lacs, notamment le lac Tchad en Afrique et la mer d'Aral en Asie centrale, voient également leur superficie se réduire. Les besoins de l'irrigation et les sécheresses répétées ont entraîné un rétrécissement du lac Tchad qui n'occupe plus qu'un vingtième de la superficie qu'il occupait au milieu des années 1960 ; et les experts américains prévoient qu'il ne sera guère plus, à terme, qu'une simple « flaque d'eau ». Au cours des dernières décennies, la superficie de la mer d'Aral a diminué de 50 % et son volume de 75 %.

Ce berger afghan, victime de la sécheresse dans la région avoisinant son village d'origine, trouve de l'eau pour lui-même et son troupeau à proximité de Kaboul.

Cet assèchement est la conséquence directe du détournement des eaux de l'Amou-Daria et du Syr-Daria qui naguère alimentaient la mer d'Aral et ont été utilisées pour irriguer des millions d'hectares de champs de coton dans les régions désertiques de l'Ouzbékistan. Ce qui fut le quatrième plus grand lac salé de la planète n'est plus aujourd'hui qu'une vaste étendue de terre presque totalement dégradée.

Mais la plus grande tragédie qui frappe la mer d'Aral est l'inévitable accumulation de sel consécutive à l'évaporation et au retrait de l'eau. La concentration en sel dans ce qui subsiste de la mer d'Aral est passée de 10 % à plus de 23 %, ruinant une industrie de la pêche naguère florissante, tandis que les rives asséchées sont couvertes d'un manteau de sel semblable à de la neige. Les vents balaient les particules de sel et les résidus de pesticides jusqu'aux confins de l'Himalaya, créant dans les régions avoisinantes de graves problèmes sanitaires et diminuant les rendements de l'agriculture, y compris dans les champs irrigués.

La salinisation contribue largement à la désertification. Le sel, en effet, enlève au sol sa fertilité et fait rapidement disparaître toute végétation. Les historiens pensent d'ailleurs que la salinisation des terres irriguées peut avoir contribué à l'effondrement d'anciennes et puissantes civilisations, telles celles de Babylone et de la Mésopotamie. On estime aujourd'hui que 20 % des terres irriguées sont plus ou moins affectées par ce phénomène, qui vaut à certaines des nations les plus peuplées du globe – comme la Chine, l'Inde et l'Egypte – de perdre régulièrement des portions considérables de terre arable.

Les conséquences économiques et sociales de telles pertes sont considérables. Aaron Salzberg,

Aussi puissants qu'ils paraissent, ces lions au repos sur la boue craquelée par la sécheresse dans la réserve de Serengeti, en Tanzanie, ont besoin pour vivre d'une savane suffisamment humide.

spécialiste de l'eau et conseiller auprès du département d'Etat américain, cite le cas de l'Ouzbékistan dont 90 % des terres cultivées sont irriguées. Or 60 % de celles-ci sont aujourd'hui gravement touchées par la salinisation. « On estime que la production agricole sur les terres irriguées représente 35 % du PNB du pays, 60 % de ses exportations et occupe 45 % de sa main-d'œuvre », explique-t-il.

L'une des solutions prometteuses au problème est l'irrigation « au goutte à goutte ». Dans ce système, des tuyaux perforés courant à la surface du sol ou à une très faible profondeur distribuent lentement l'eau directement au niveau des racines. Cela évite les déperditions d'eau par fuite dans les canaux d'irrigation et par évaporation. L'efficacité de cette méthode se traduit par une réduction considérable du volume d'eau nécessaire à la bonne venue des récoltes et un ralentissement du processus de salinisation du sol. Introduite dans les années 1970, l'irrigation au goutte à goutte a permis aux agriculteurs d'améliorer leurs rendements tout en diminuant d'un tiers le volume d'eau nécessaire à l'irrigation d'un hectare de terrain. Mais cette méthode n'est encore utilisée que sur moins de 1 % de l'ensemble des terres irriguées de la planète.

En Inde, une organisation à but non lucratif, International Development Enterprises, s'emploie à augmenter cette proportion en proposant aux petits exploitants – qui représentent environ 78 % des agriculteurs du pays – des systèmes d'irrigation au goutte à goutte à la fois simples et peu coûteux. Le dispositif le plus simple et le moins onéreux, prêt à monter, consiste en un bidon et un filtre fabriqué à partir d'une bouteille en plastique ; il permet d'irriguer 100 plants sur une superficie de 25 mètres carrés. Une version plus importante permet d'irriguer 100 mètres carrés.

Une solution au problème de la salinisation, beaucoup plus évoluée sur le plan technologique, est l'introduction de plants génétiquement modifiés pour résister au sel, connus sous le nom de halophytes. Cette pratique est largement répandue en Israël. Au Pakistan, où la désertification liée à la salinisation constitue un problème majeur, les chercheurs explorent la possibilité d'utiliser les halophytes pour fixer le sable, produire du fourrage pour le bétail et des graines oléagineuses à usage culinaire.

Des solutions à grande et petite échelle

Les innovations en matière d'irrigation sont importantes, mais ne représentent qu'une solution partielle. Reste l'immense défi que constitue la nécessité de fournir l'eau en quantité suffisante pour répondre à tous les besoins. Face à l'explosion de la consommation d'eau dans le monde, « les ingénieurs répondent par des projets de plus en plus grandioses et en creusant toujours plus de puits pour pomper l'eau des nappes souterraines, dit Sandra Postel. Mais les limites de cette stratégie s'imposent rapidement. » Les mégaprojets sont de plus en plus soumis à critique, compte tenu de leur coût jugé exorbitant, de la destruction de l'environnement et du déplacement des populations autochtones qu'ils entraînent.

Le besoin se fait encore sentir de barrages et autres systèmes de stockage de l'eau dans les pays arides, note Aaron Salzberg. « Si, aux Etats-Unis,

nous disposons d'une réserve de plus de 6 000 mètres cubes d'eau par habitant, en Ethiopie le chiffre est cent fois plus faible. Nous pouvons survivre à une sécheresse sans être menacés de famine, les Ethiopiens, non. »

Mais les experts se tournent de plus en plus vers la préservation et la bonne utilisation des ressources pour résoudre le problème de l'eau. L'expérience montre que, dans la plupart des cas, les gens usent plus raisonnablement des ressources en eau lorsqu'ils sont personnellement impliqués dans leur gestion. Au niveau local, des variantes des systèmes traditionnels de captage et de stockage permettent d'assurer un approvisionnement régulier en eau. Sur les hauts plateaux du Yémen, par exemple, l'International Center for Agricultural Research in Dry Areas et le Centre de recherches pour le développement international, organisme canadien, ont aidé les paysans à reconstruire et renforcer les anciennes terrasses naguère aménagées pour retenir l'eau. Conséquence : des hommes qui avaient quitté la région pour chercher un emploi en ville se sont remis avec entrain à l'agriculture, découvrant que le travail de la terre sur des sols redevenus fertiles était rentable.

En Inde, sur le plateau du Deccan, des chercheurs canadiens et indiens ont aidé dix mille pauvres familles tribales à utiliser leur propre connaissance de la terre et des sources d'eau pour colmater les rigoles et aménager de petits dispositifs de détournement des eaux de ruissellement afin de ralentir l'érosion pendant la saison des pluies. L'eau ainsi retenue a permis d'améliorer le rendement des cultures et de reconstituer les nappes phréatiques. Les habitants ont aussi été encouragés à installer des systèmes de récupération et de stockage des eaux de pluie ruisselant des toits ; ainsi, les femmes et les enfants n'étaient plus astreints, durant la saison sèche, à la pénible corvée quotidienne de la collecte et du transport de l'eau pour les besoins domestiques.

En fait, la récupération des eaux de pluie par l'installation de gouttières et de réservoirs est pratiquée depuis des siècles dans les pays sujets à la sécheresse chronique ou soumis au régime de la mousson. La difficulté consiste surtout à conserver la propreté de l'eau et à mettre au point des systèmes de stockage peu onéreux et susceptibles d'alimenter l'ensemble de la collectivité. A New Delhi, le Center for Science and Environnement se consacre activement à la promotion dans tout le pays des systèmes de récupération de l'eau pluviale grâce à des stages de formation, des brochures, des vidéos et un site Internet.

Philippines, 1987. Système de récupération de l'eau de pluie ruisselant des toits. Cette technologie, bien maîtrisée, se révèle économique et efficace dans de nombreuses régions.

En Inde, une femme utilise une pompe à pédale pour alimenter l'irrigation des cultures. Dans la majorité des zones rurales, une technologie appropriée permet d'améliorer la qualité du sol et la condition des agriculteurs.

Une technologie plus récente et prometteuse, consistant à récupérer l'eau contenue dans les brouillards le long des falaises côtières ou dans la rosée matinale, est expérimentée dans un certain nombre de régions arides du globe, depuis le Chili et le Pérou jusqu'au Népal, Oman et la Tanzanie. Mais elle ne s'est pas révélée jusqu'à maintenant suffisamment pratique ni économique pour être utilisée à grande échelle.

L'eau devenant un bien de plus en plus précieux, les sociétés humaines, grandes ou petites, cherchent de nouveaux moyens de récupération des eaux usées. Au Sénégal et au Pérou, de petites collectivités particulièrement démunies utilisent avec succès certaines plantes aquatiques, telles que le pistia ou laitue d'eau, pour transformer les eaux domestiques usées en eau d'irrigation pour le potager.

Un autre domaine de recherche relativement nouveau concerne la reconstitution de la nappe aquifère épuisée par un pompage excessif ou dégradée par la salinisation et l'infiltration de polluants chimiques. Ces techniques vont du simple creusement de trous ou de tranchées pour recueillir l'eau de pluie jusqu'aux procédés les plus élaborés, tels que l'injection d'eau sous pression dans les fissures de la couche rocheuse.

Il n'existe pas de solution unique au problème de l'eau, note Salzberg. Les techniques de préservation des ressources « doivent être adaptées à chaque collectivité, elles doivent être viables sur le long terme, et il faut que les collectivités concernées soient convaincues de leur utilité, dit-il. Notre travail consiste à proposer un choix d'outils suffisamment large pour que chaque groupe puisse trouver celui qui lui convient dans le contexte technique, social et culturel qui lui est propre. »

La gestion des bassins hydrographiques

Réduire le gaspillage des ressources en eau et assurer leur répartition équitable exige une gestion responsable à l'échelle de l'ensemble du bassin hydrographique concerné. Par définition, un bassin hydrographique est une portion de territoire dont toute l'eau alimente un même lac ou un même cours d'eau. Tout habitant de la terre vit sur un bassin hydrographique donné, et l'utilisation du sol en quelque point de ce bassin affecte la qualité de l'eau de tous ceux qui vivent en aval.

L'un des problèmes tient au fait que les bassins hydrographiques suivent la topographie du terrain sans se soucier des frontières politiques. « Il est paradoxal que l'on utilise souvent les fleuves pour délimiter les frontières politiques, alors qu'ils peuvent parfaitement couler au milieu d'un bassin commun à deux pays, remarque Sandra Postel. En même temps qu'il marque une séparation, le fleuve constitue un lien écologique. » Environ 40 % de la population mondiale vivent aujourd'hui dans des bassins fluviaux que se partagent plusieurs nations.

La gestion de ces bassins exige donc une coopération extrêmement poussée à tous les niveaux – villages, villes, provinces, Etats et même grandes régions géographiques. Si, dans certaines régions, notamment au Moyen-Orient, les problèmes politiques ont contrarié les efforts visant à conclure des accords sur l'utilisation des ressources en eau, ailleurs de grands progrès ont été accomplis dans ce domaine. L'Inde et le Bangladesh ont signé un accord sur le partage des eaux du Gange pendant la saison sèche, tandis que les Etats riverains du Nil se réunissent régulièrement pour renforcer leur coopération à propos de la répartition des eaux du fleuve.

Une nouvelle éthique de l'eau

C'est finalement l'adhésion des individus, des collectivités et des gouvernements à ce que Sandra Postel appelle une « nouvelle éthique de l'eau » qui sera nécessaire si nous voulons résoudre le problème de la pénurie d'eau et mener à bien la lutte contre la désertification. « L'eau n'est pas seulement une matière première comme le pétrole ou le cuivre ; elle est l'élément fondamental de toute vie sur la terre, note Sandra Postel. Il nous faut prendre conscience que les ressources en eau sont limitées et qu'elles doivent être utilisées et partagées plus équitablement, non seulement entre les êtres humains et entre les nations, mais aussi entre nous-mêmes et la nature. »

Erythrée, 1996. Un paysan pratique l'irrigation au goutte à goutte dans le cadre d'un programme international de développement. Une utilisation intelligente des ressources en eau améliore les conditions de vie et préserve les terres cultivables.

A gauche : La salinisation, problème de dimension planétaire, a détruit cette parcelle de terre en Australie. Les arbres que l'on voit au fond font obstacle à la dégradation du sol.

Bibliographie

Agnew, Clive. "Drought, Desertification and Desiccation: The Need for Further Analysis." *Geography*, Vol. 87, No. 3, juillet 2002, p. 256-267.

Alsharhan, Abdulrahman S., W. W. Wood et A. S. Goudie, éd. *Desertification in the Third Millennium: Proceedings of an International Conference*, Dubai, 12-15 février 2000. Rotterdam : éditions A.A. Balkema, 2003.

Bracken, Louise. "Desertification." *Geography Review,* Vol. 16, No. 4, mars 2003, p. 38-41.

Breckle, Siegmar W., Maik Veste et Walter Wucherer, éd. *Sustainable Land Use in Deserts.* New York : Springer-Verlag New York, 2001.

Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification. Secrétariat. *Global Alarm: Dust and Sandstorms From the World's Drylands.* Bonn : UNCCD, 2003.

Dregne, Harold E. "Land Degradation in the Drylands." *Arid Land Research and Management*, Vol. 16, 2002, p. 99-132.

Geeson, Nichola, C. Jane Brandt et John B. Thomas, éd. *Mediterranean Desertification: a Mosaic of Processes and Responses.* Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, 2002.

Grainger, Alan, Mark Smith, Victor Squires et Edward Glenn. "Desertification and Climate Change: the Case for Greater Convergence." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, Vol. 5, No. 4, 2000, p. 361-377.

Helms, Douglas, Douglas J. Lawrence, Patricia J. Lawrence et Peter F. Smith. "Water Quality in the Natural Resources Conservation Service: an Historical Review." *Agricultural History*, Vol. 76, No. 2, printemps 2002, p. 289-307.

Imhoff, Marc L., Lahourari Bounoua, Ruth DeFries, William T. Lawrence, David Stutzer, Compton J. Tucker et Taylor Ricketts. "The Consequences of Urban Land Transformation on Net Primary Productivity in the United States." *Remote Sensing of the Environment*, Vol. 89, No. 4, février 2004, p. 434-443.

Larsen, Janet. "Deserts Advancing, Civilization Retreating." *The Humanist*, Vol. 63, No. 4, juillet/août 2003, p. 39-40.

Mouat, David A. et Charles F. Hutchinson, éd. *Desertification in Developed Countries—Why Can't We Control It?* Norwell, MA : Kluwer Academic Publishers, 1996.

Ohlemacher, Richard. "The Earth Observation Summit: Heralding a New Era for International Cooperation." *Space Policy*, Vol. 19, No. 4, novembre 2003, p. 277-281.

Postel, Sandra. "Securing Water for People, Crops, and Ecosystems: New Mindset and New Priorities." *Natural Resources Forum*, Vol. 27, No. 2, mai 2003, p. 89-98.

Programme des Nations unies pour l'environnement. *Combating Global Climate Change by Combating Land Degradation.* Nairobi : PNUE , 1997.

Programme des Nations unies pour l'environnement. *World Atlas of Desertification.* 2e éd. Nairobi : PNUE, 1997.

Strait, G. Carroll. "Facing Desertification." *The World and I*, Vol. 15, No. 10, octobre 2000, p.140-147.

Waltham, Tony et Ihsan Sholji. "The Demise of the Aral Sea – An Environmental Disaster." *Geology Today*, Vol. 17, No. 6, novembre/décembre 2001, p. 218-224.

Wilhite, D. A. "Combating Drought Through Preparedness." Natural Resources Forum, Vol. 26, No. 4, novembre 2002, p. 275-285.

"World Bank Urges Renewed International Commitment Implementing Desertification Convention Is Key in Lifting Over One Billion People from Poverty." *M2 Presswire,* 3 septembre 2003.

Zandonella, Catherine. "*Shifting Sands.*" New Scientist, Vol. 178, No. 2401, 28 juin 2003, p. 40-43.

Sites Internet

Center for Science and Environment, New Delhi
Rainwater Harvesting.org
http://www.rainwaterharvesting.org/raincentre.htm

Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification
http://www.unccd.int/main.php

Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale
http://www.cgiar.org/index.html

Desert Research Institute
http://www.dri.edu/

Eden Foundation
http://www.eden-foundation.org/project/desertif.html

Famine Early Warning Systems Network
http://www.fews.net/

Global Water Policy Project
http://www.globalwaterpolicy.org/

Groupe de la Banque mondiale : Gestion des terres : Désertification
http://lnweb18.worldbank.org/ESSD/ardext.nsf/17ByDocName/KeyIssuesDesertification

Institut international du développement durable : Forêts, désertification, terres
http://www.iisd.ca/process/forest_desertification_land.htm

International Arid Lands Consortium
http://ag.arizona.edu/OALS/IALC/

International Center for Agricultural Research in Dry Areas
http://www.icarda.org/

National Geographic Eye in the Sky: Deforestation and Desertification
http://www.nationalgeographic.com/eye/deforestation/deforestationintro.html

Nature Conservancy
http://nature.org/

Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture : Désertification
http://www.fao.org/desertification/default.asp?lang=en

Patrick Gonzalez bio page on the Nature Conservancy site
http://nature.org/tncscience/scientists/misc/gonzalez.html

Programme des Nations unies pour le développement : Centre de développement des terres arides
http://www.undp.org/drylands/

Programme des Nations unies pour l'environnement : Division des conventions sur l'environnement : Atmosphère et désertification
http://www.unep.org/dec/support/atmosphere_desertification.html

Programme des Nations unies pour l'environnement : Eau douce
http://freshwater.unep.net/

Programme des Nations unies pour l'environnement : Global Resource Information Database (GRID)
http://www.grid.unep.ch/

United States Department of Agriculture: Natural Resources Conservation Service
http://www.nrcs.usda.gov/

United States Geological Survey: Desertification
http://pubs.usgs.gov/gip/deserts/desertification/

United States Geological Survey: Earthshots of Environmental Change: Aral Sea
http://edc.usgs.gov/earthshots/slow/Aral/Aral

United States National Aeronautics and Space Administration: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
http://asterweb.jpl.nasa.gov/default.htm

University of California, Santa Barbara: Desertification: Monitoring and Forecasting
http://www.gps.caltech.edu/~arid/body/body.html

Conclusion

Comme le montre cette brochure, la désertification, qui menace 30 % des terres émergées de la planète et plus de un milliard d'êtres humains, constitue un très grave problème auquel il est nécessaire de s'attaquer à tous les niveaux – local, national, régional et international. C'est un problème environnemental majeur qui touche de plus en plus les habitants de tous les continents. Ces articles sur les effets de la désertification – et sur les possibilités qui nous sont offertes de la prévenir ou d'y remédier – ne représentent qu'une partie des informations disponibles sur le sujet. On pourra en trouver d'autres en consultant les ouvrages et sources diverses figurant sur la page ci-contre.

A mesure que le monde prend davantage conscience des conséquences de la désertification, les gouvernements, les institutions et les individus concernés élaborent de nouvelles approches du problème et de nouveaux modes de coopération. Une bonne compréhension des liens étroits existant entre la désertification, les ressources en eau et la gestion des terres est essentielle si l'on veut remédier à la pauvreté et donner naissance à un développement durable. Une telle compréhension permettra peut-être d'améliorer le niveau de vie de milliards d'êtres humains.

L'Assemblée générale des Nations unies a voulu faire de 2006 l'Année internationale des déserts et de la désertification – un puissant rappel de l'urgente nécessité de traiter les implications considérables de ce problème. Pour sa part, le Secrétaire général des Nations unies, Kofi Annan, a récemment résumé en ces termes l'objectif de la Convention sur la lutte contre la désertification :

« Je me réjouis de travailler avec les gouvernements, la société civile, le secteur privé, les organisations internationales et autres entités afin d'attirer l'attention sur ce problème crucial et de faire de chaque jour un jour où nous aurons œuvré à inverser le processus de désertification et à engager le monde sur la voie d'un développement plus sûr et plus durable. »

Crédits photographiques : couverture : AP Photo/Brennan Linsley. Chapitre 1, page 2 : avec l'aimable autorisation de Ted A. Maxwell, National Air and Space Museum, Smithsonian Institution. 3 : Pete Oxford/naturepl.com. 4 : AP Photo/Rafiq Maqbool. 5 : AP Photo/Daniel Morel. 6, en haut : F. Ardito/UNEP/Still Pictures ; en bas : photo de Mike McGahuey/USAID. 7 : AP Photo/Xinhua, Wang Chengxuan.

Chapitre 2, page 11, en haut : AP Photo ; en bas : AP Photo/Arthur Rothstein/FSA. 12 : avec l'aimable autorisation de USDA NRCS. 13 : AP Photo. 14 : photo de Erwin Cole, USDA. 15 : photo de Gary Kramer, USDA NRCS.

Chapitre 3, page 17, en haut : avec l'aimable autorisation de USDA NRCS ; en bas : FAO/12787/Ch. Errath. 18 : AP Photo/Xinhua, Luo Xiaoguang. 19 : AP Photo/Jalil Bounhar. 20 : © Frederic B. Siskind. 21, en haut : AP Photo/MODIS Rapid Response Team at NASA GSFC ; en bas : Image de Reto Stöckli, NASA Earth Observatory. 22 : avec l'aimable autorisation de Dr. Joseph M. Prospero, Université de Miami, Floride.

Chapitre 4, page 25, en haut : © Charles O. Cecil ; en bas : FAO/15337/F. Paladini. 26 : FAO/18876/F. Paladini, R. Carucci. 27 : FAO/18405/P. Cenini. 28 : © Charles O. Cecil. 29, en haut : photo de Wendy MacClinchy/Afghan Conservation Corps, United Nations Office for Project Services ; en bas : photo de Otto Gonzalez/USDA. 30 : WorldAgroforestry Centre, Nairobi, Kenya.

Chapitre 5, page 32 : © Charles O. Cecil. 33 : photo de Lynn Betts, USDA NRCS. 34 : Gilles Saussier/Still Pictures. 35 : AP Photo/Amir Shah. 36 : MINDEN PICTURES/Mitsuaki Iwago. 37 : photo de E. Dy Ong/IDRC. 38, en haut : avec l'aimable autorisation de IDE, Inde ; en bas : Mark Edwards/Still Pictures. 39 : FAO/19432/R. Faidutti.

Département d'Etat, Etats-Unis d'Amérique, 2004

Bureau international de l'information
Bureau des océans et des affaires scientifiques et environnementales internationales

http://usinfo.state.gov/