



ENJEUX SCIENCES

DÉSERTIFICATION ET CHANGEMENT CLIMATIQUE, UN MÊME COMBAT ?

BERNARD BONNET, JEAN-LUC CHOTTE, PIERRE HIERNAUX,
ALEXANDRE ICKOWICZ, MAUD LOIREAU, COORD.

éditions
Quæ

DÉSERTIFICATION ET CHANGEMENT CLIMATIQUE, UN MÊME COMBAT ?

BERNARD BONNET, JEAN-LUC CHOTTE, PIERRE HIERNAUX,
ALEXANDRE ICKOWICZ, MAUD LOIREAU, COORD.

Collection Enjeux sciences

L'évolution, question d'actualité ? (nouvelle édition augmentée)

Guillaume Lecointre, 2023, 136 p.

Les grands lacs. À l'épreuve de l'Anthropocène

Jean-Marcel Dorioz, Orlane Anneville, Isabelle Domaizon, Chloé Goulon,

Jean Guillard, Stéphan Jacquet, Bernard Montuelle, Serena Rasconi,

Viet Tran-Khac, Jean-Philippe Jenny, 2023, 144 p.

Les virus marins.

Simple parasites ou acteurs majeurs des écosystèmes aquatiques ?

Stéphan Jacquet, Anne-Claire Baudoux, Yves Desdevises,

Soizick F. Le Guyader, 2023, 112 p.

Le moustique, ennemi public n° 1 ?

Sylvie Lecollinet, Didier Fontenille, Nonito Pages, Anna-Bella Failloux,

2022, 168 p.

Feux de végétation. Comprendre leur diversité et leur évolution

Thomas Curt, Christelle Hély, Renaud Barbero, Jean-Luc Dupuy,

Florent Mouillot, Julien Ruffault, 2022, 136 p.

Les mondes de l'agroécologie

Thierry Doré, Stéphane Bellon, 2019, 176 p.

Pour citer cet ouvrage : Bonnet B., Chotte J.-L., Hiernaux P., Ickowicz A., Loireau M., coord., 2024. *Désertification et changement climatique, un même combat ?* éditions Quæ, Versailles, 128 p.

L'édition de cet ouvrage a bénéficié du soutien financier du Comité scientifique français de la désertification (CSFD) pour en permettre une diffusion large et ouverte.

Cet ouvrage est diffusé sous licence CC-by-NC-ND 4.0.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex

www.quae.com / www.quae-open.com

© Éditions Quæ, 2024

ISBN (papier) : 978-2-7592-3803-3

ISBN (PDF) : 978-2-7592-3804-0

ISBN (ePub) : 978-2-7592-3805-7

ISSN : 2267-3032

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction même partielle du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Sommaire

Avant-propos	5
Quelles sont la nature et l'étendue du phénomène de désertification ?	7
La désertification ne concerne-t-elle que l'extension des déserts ?	7
Le changement climatique exacerbe-t-il le processus de désertification ?	10
Quelles sont les régions et populations touchées par la désertification ?	14
Peut-on s'adapter en contexte de désertification ?	17
Pourquoi et qui doit lutter contre la désertification, selon la Convention ? ...	23
En savoir plus	26
Quelles sont les causes et les conséquences de la désertification ?	27
Quels sont les processus en cause, leurs interactions et leur localisation ?	27
Comment certaines pratiques mènent-elles à la désertification ?	31
Comment les institutions économiques et foncières peuvent-elles favoriser la désertification ?	36
Quelles sont les conséquences de la désertification sur les services rendus par les sols ?	41
Quelles sont les conséquences de la désertification sur la biodiversité ?	44
Quelles sont les interactions entre la désertification et les ressources en eau ? ...	48
Quelles sont les conséquences de la désertification sur l'atmosphère et le climat ?	51
Quelles sont les conséquences économiques de la désertification ?	54
Vulnérabilité de la population et désertification : causes et conséquences ? ...	58
En savoir plus	63
Comment et pourquoi lutter contre la désertification ?	67
Que comprendre derrière l'expression « lutter contre la désertification » ? ...	67
Pourquoi une approche holistique, systémique, est-elle nécessaire ?	71
Pourquoi une approche territoriale est-elle nécessaire ?	75
Pourquoi une approche interdisciplinaire, pluriacteurs est-elle nécessaire ? ...	77
Pourquoi les solutions fondées sur l'agroécologie sont-elles pertinentes ?	81
Pourquoi favoriser la complémentarité entre les échelles locales, régionales et globale ?	85
Comment l'adaptation aux variations du climat et de l'environnement permet-elle de lutter contre la désertification ?	89

Quelles sont les différentes techniques de réhabilitation des terres affectées par la désertification ?	94
Quels sont les impacts et résultats obtenus en matière de lutte contre la désertification à ce jour ?	100
En savoir plus	103
Quels sont les mécanismes d'accompagnement de la lutte contre la désertification ?	105
Quels sont les dispositifs juridiques dans ce contexte ?	105
Quels dispositifs d'accompagnement des acteurs des territoires pour lutter contre la désertification ?	109
Quels sont les efforts de recherche pour lutter contre la désertification ?	113
Comment se former ?	120
En savoir plus	124
Liste des auteurs	125



Avant-propos

Le terme « désertification » a été utilisé pour la première fois au début du xx^e siècle et son usage s'est rapidement propagé en Afrique coloniale, soutenu par la force de l'image de l'avancée du désert. Dès l'origine, les causes de la désertification ont été associées à l'aridification climatique (la « dessiccation ») et à la dégradation de l'environnement, plus particulièrement celle du couvert végétal (déforestation, savanisation...) et des sols (érosion éolienne, ruissellement, perte de fertilité...).

Puis, elle a été principalement associée à une mauvaise gestion de l'environnement par les populations rurales. Cette dévalorisation des modes de gestion paysanne de l'environnement s'est maintenue après les indépendances, surtout parce que la productivité de l'agriculture familiale ne répondait pas aux aspirations productivistes et modernistes des nouveaux États. Mais les sécheresses des années 1969-1973, puis des années 1983-1984, ont fait à nouveau pencher la balance vers les causes climatiques — une analyse renforcée depuis par les perspectives de l'impact du changement climatique.

La sévérité de la crise environnementale, sociale et économique qui a accompagné les sécheresses des années 1970-1980 a largement médiatisé le terme désertification et initié son institutionnalisation, parallèlement aux notions de changement climatique et de biodiversité.

Cet ouvrage apporte des réponses aux questions relatives à la nature du phénomène de désertification, son étendue géographique, sa relation avec les déserts, avec les variations et le changement du climat (chapitre 1), ainsi qu'aux questions sur les causes de dégradation de la végétation et des sols et sur leurs conséquences sur les écosystèmes, la biodiversité, les ressources en eau, le climat, mais aussi leur impact sur les sociétés humaines et l'économie (chapitre 2). Il traite également des stratégies d'adaptation et des méthodes de lutte contre la désertification (chapitre 3), avant d'apporter des réponses aux questions sur



l'historique de ces adaptations et de ces luttes, sur les dispositifs mis en place aux niveaux local, national et international, et sur les efforts de la recherche et de la formation dédiées (chapitre 4).

Tout au long de l'ouvrage, le lecteur est amené à comprendre que la désertification, et donc la lutte contre la désertification, doit être abordée en tenant compte de leur complexité, qu'elle soit biophysique ou socioéconomique, ou qu'elle touche la diversité des acteurs, des échelles d'étude et d'action. De même, la dynamique spatiale et temporelle des causes et des solutions est une dimension essentielle dans la réflexion.



QUELLES SONT LA NATURE ET L'ÉTENDUE DU PHÉNOMÈNE DE DÉSERTIFICATION ?

LA DÉSERTIFICATION NE CONCERNE-T-ELLE QUE L'EXTENSION DES DÉSERTS ?

*Antoine Cornet, Pierre Hiernaux, Hélène Soubelet,
Jean-Luc Chotte, Thierry Heulin*

« Désert » signifie, dans son sens premier, « vide d'hommes ». De nos jours, le terme a pris, par extension, une signification climatique et biologique : celle de régions aux précipitations rares et irrégulières, à la biodiversité très spécifique comprenant un petit nombre d'espèces très adaptées, par exemple une végétation réduite et éparse. Les déserts constituent un biome particulier qui se définit d'abord par l'absence ou la rareté des organismes vivants, ensuite par des conditions climatiques particulières conduisant à une extrême aridité. Les écosystèmes désertiques représentent des exemples remarquables d'adaptation d'espèces vivantes à des conditions de milieu extrême. Les populations humaines qui les habitent ont su développer des innovations sociales et culturelles fortes, en harmonie avec le milieu. Les déserts connaissent une dynamique interne liée à la géomorphologie et au climat. La théorie de l'extension des déserts, qui chiffrait l'avancée du Sahara à 5,5 km par an, est rejetée aujourd'hui par l'ensemble de la communauté scientifique, qui a montré de manière concluante qu'il n'y avait pas d'avancée significative des déserts. En tant que biome dont l'intégrité écologique n'a pas été dégradée, les déserts sont donc, par convention, exclus du processus de désertification.

Le terme désertification a toujours fait l'objet de nombreuses définitions, de discussions, voire de controverses. La conférence des Nations unies sur la désertification en 1977 propose la définition suivante : « La désertification est la diminution ou la destruction



du potentiel biologique de la terre et peut conduire finalement à l'apparition de conditions désertiques. Elle est un des aspects de la dégradation généralisée des écosystèmes. » Elle ne dit cependant rien de la diversité des causes de dégradation des terres. Pour faire face aux débats et controverses, le Programme des Nations unies sur l'environnement réunit en 1991 un groupe de travail. Une nouvelle définition reconnaît l'impact néfaste de l'homme comme la cause première de la désertification : « La dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches, résultant principalement de l'activité de l'homme. Elle intègre un certain nombre de processus qui aboutissent à l'appauvrissement des sols et de la végétation là où l'activité humaine est le facteur principal. » Sont englobés dans la dégradation des terres le déclin des récoltes, la détérioration de la couverture végétale, l'exacerbation des mécanismes physiques à la surface du sol, la régression qualitative et quantitative des ressources en eau, la dégradation des sols. Néanmoins, des controverses subsistent. Celles-ci divisent les scientifiques. En effet, pour certains, le terme désertification correspond à un état du milieu, c'est-à-dire la manifestation de conditions désertiques, terme ultime de la dégradation des terres. Pour d'autres, le terme désertification définit le processus de dégradation des sols et de la végétation, entraînant progressivement une perte de la productivité réversible ou non. De cette divergence de définition découlent des différences dans l'évaluation de l'étendue de la désertification, mais également dans les stratégies de lutte. Ainsi, faut-il agir en priorité sur la réhabilitation des zones dégradées ou faut-il réduire, voire éliminer, les causes de cette désertification par l'application de mesures préventives ? Actuellement, la communauté scientifique considère que la désertification, liée à la perte de productivité totale et de résilience des milieux, n'est pas un phénomène soudain. Au contraire, elle apparaît au terme d'un processus évolutif, certes marqué par différents seuils. C'est bien dans ce sens que les instances internationales ont retenu le terme de désertification, comme équivalent à la dégradation des terres dans les zones sèches. Ainsi, la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification propose une nouvelle définition : « la dégradation désigne des terres dans les zones arides, semi-arides

et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ». La définition de ces zones bioclimatiques est quant à elle basée sur la valeur du rapport entre le total annuel des précipitations (P) et la valeur annuelle de l'évapotranspiration potentielle (ETP). Le programme des Nations unies pour l'Environnement (PNUE) définit les zones sèches ayant des valeurs comprises entre $0,05 < P/ETP < 0,65$. Les zones hyper-arides ($P/ETP < 0,05$) considérées comme désertiques ne sont pas prises en compte.

Les conséquences de la désertification sont multiples pour l'environnement et pour les hommes. Répondant ainsi à la demande des pays affectés par la désertification, lors de la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement à Rio en 1992, la communauté internationale a reconnu que la désertification est un problème environnemental global, qui demande une mobilisation mondiale. C'est la naissance de la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification.

La désertification décrite ici en termes généraux résulte de mécanismes et processus complexes et interactifs pilotés par un ensemble de facteurs agissant à différentes échelles spatiales et temporelles. Si la gestion par l'homme est reconnue facteur principal, le contexte climatique est souvent tenu comme facteur aggravant ou déclenchant, comme la série d'années sèches des décennies 1970 et 1980 au Sahel. Le processus de désertification ne conduit pas à l'évolution des écosystèmes concernés vers un désert au sens écosystémique, mais vers un désert au sens écologique : c'est-à-dire une perte de biodiversité, de fonctionnalités, de services écosystémiques (capacité de la zone à produire de la biomasse, à retenir l'eau, à être fertile, etc.)¹. Grâce aux nouvelles connaissances sur les milieux et sociétés en zones sèches, il s'agit de poursuivre les réflexions qui ont été le moteur de l'évolution de sa définition et désormais de proposer une définition plus nuancée de la dégradation des terres en zones sèches, et prenant en compte la résilience des milieux et des populations. L'enjeu est bien de mettre en résonance connaissances et actions politiques.

1. Voir chapitre 4, « Quelles sont les conséquences de la désertification sur la biodiversité ? ».



LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EXACERBE-T-IL LE PROCESSUS DE DÉSERTIFICATION ?

Pierre Hiernaux, Jean-Luc Chotte, Arona Diédhiou

Un phénomène global, d'origine anthropique

La mise en relation de la température de l'air à la surface de la Terre avec l'atmosphère remonte à 1824 et aux travaux du physicien français Joseph Fourier. Le phénomène de l'effet de serre est décrit dès 1856 par l'Américaine Eunice Foote et le rôle du dioxyde de carbone (CO_2) dans le réchauffement avancé par le Suédois Svante Arrhenius en 1896. Toutefois, les mesures de concentration du CO_2 dans l'atmosphère ne commencent que dans les années 1950 et leur tendance à croître n'est confirmée que dans les années 1970. Ce n'est qu'en 1975 que l'expression « réchauffement climatique » est employée pour la première fois par le climatologue américain Wallace Broecker.

Les premiers modèles de circulation atmosphérique sont alors établis, et le Groupement d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) est créé en 1988. Ses premiers rapports, publiés en 1990, amènent les preuves scientifiques du changement climatique lié au réchauffement par effet de serre. Ils établissent la responsabilité humaine de ce réchauffement. La première conférence mondiale sur le changement climatique se réunit à Rio de Janeiro en 1992 et crée la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

Le changement climatique est donc un phénomène global, d'origine anthropique, qu'il faut distinguer des variations climatiques interannuelles, plus ou moins cycliques (comme El Niño) et dont l'ampleur croît avec l'aridité qui caractérise ces climats arides, semi-arides et subhumides secs. L'augmentation de la concentration atmosphérique des gaz à effet de serre, principalement le gaz carbonique (CO_2), le méthane (CH_4) et le protoxyde d'azote (N_2O), est le moteur du réchauffement climatique, qui, à son tour, modifie la circulation générale des masses d'air et des courants océaniques, entraînant des perturbations dans les régimes des vents, de l'humidité de l'air et des précipitations.

Alors que l'augmentation des teneurs en CO_2 est à peu près uniforme autour du globe, l'élévation des températures est plus ou moins marquée suivant les régions et les saisons. Cette augmentation peut porter davantage sur les saisons les plus froides ou les plus chaudes, sur les températures diurnes ou nocturnes. Au Sahel subsaharien, par exemple, les travaux de Françoise Guichard ont montré que la hausse portait avant tout sur les températures nocturnes à la fin de la saison sèche (mars à mai) qui est déjà la saison la plus chaude. Par contre, la hausse n'affecte pas les températures du début de la saison sèche (novembre à février), plus fraîches, ni la saison des pluies de mousson (juin à septembre). Dans les climats méditerranéens, ce sont aussi les températures des mois les plus chauds, en été, qui augmentent le plus, mais également les températures nocturnes, accroissant la fréquence des nuits chaudes. Dans les climats continentaux de l'Asie centrale caractérisés par de très fortes amplitudes thermiques, c'est surtout la plus grande fréquence des événements extrêmes qui est observée par le climatologue ouzbek Alisher Mirzabaev. Les tendances sur le régime des pluies imprimées par le changement climatique varient aussi entre les régions. Les pluies sont plus abondantes et plus intenses en zone tropicale sèche, comme au Sahel subsaharien, mais aussi en Afrique orientale, dans le sud de la péninsule Arabique, dans l'ouest de l'Inde et au Pakistan ainsi que dans le Nord Australien ; elles sont par contre moins abondantes autour du bassin méditerranéen, au Moyen-Orient, en Asie centrale, en Afrique australe, dans le nord de l'Amérique latine et le nord-ouest du Mexique. Mais dans tous les cas, il semble que l'irrégularité et l'intensité des événements pluvieux augmentent, rendant les sécheresses saisonnières et les inondations (ou, dans certaines régions, les chutes de neige et de grêle) à la fois plus fréquentes et plus intenses.

L'impact du changement climatique sur la désertification

Les effets du changement climatique viennent s'ajouter à ceux des variations climatiques caractéristiques des régions arides, semi-arides et subhumides sèches. Ils englobent les effets de l'enrichissement en CO_2 de l'atmosphère, de l'augmentation des températures, et des modifications du régime des vents et des pluies qui diffèrent d'une région à une autre par leur orientation et leur intensité.



Les précipitations

Les fortes variations interannuelles des précipitations saisonnières qui caractérisent les climats arides et semi-arides ont toujours été des facteurs favorisant ou aggravant la dégradation des écosystèmes. Les sécheresses des années 1972-1973 et 1983-1984 au Sahel, par exemple, en réduisant fortement la couverture végétale, ont favorisé l'érosion éolienne et localement la remobilisation de dunes fixées depuis des décennies. Paradoxalement, ces sécheresses ont aussi favorisé ou aggravé l'érosion hydrique par les pluies de mousson, avec pour conséquence une augmentation des écoulements, plus concentrés et intenses, contribuant à accroître le remplissage des mares et à aggraver les crues et les alluvionnements des cours d'eau temporaires. Elles ont ainsi modifié le régime du fleuve Niger, en ajoutant une crue précoce dite « rouge » à cause de la couleur des eaux. Ce phénomène a été nommé le « paradoxe sahélien » (moins de pluies, plus d'eau aux exutoires). Ces phénomènes d'érosion éolienne et hydrique sont d'autant plus renforcés localement qu'ils interviennent sur un sol perturbé, notamment par le labour ou le sarclage ou par le piétinement du bétail.

L'enrichissement en CO₂ de l'atmosphère

L'enrichissement de l'atmosphère en CO₂, dont la concentration actuelle est d'environ 450 ppm (contre 310 ppm avant les années 1950) devrait accélérer la photosynthèse, et donc la production végétale. De nombreuses expériences faites en chambre climatique ont vérifié cette augmentation de la production et de l'efficacité d'utilisation de l'eau par les plantes. Cependant, les résultats dépendent aussi des contraintes en eau, azote et phosphore du sol, et ils diffèrent selon les modes biochimiques de photosynthèse (en C₃, C₄ ou encore CAM, pour métabolisme acide crassulacéen). Depuis les années 1990, des dispositifs expérimentaux utilisant un enrichissement de l'air en CO₂ à l'échelle de parcelles (expérience FACE pour *Free-Air Carbon Enrichment*) ont permis de tester l'effet de plusieurs niveaux de concentration (souvent jusqu'à 600 ppm), combinés à des scénarios de pluviosité, température, apport en azote et phosphore, sur la plupart des cultures et sur nombre de biomes forestiers et de savane. Malheureusement, peu de ces essais, très

onéreux, ont été menés dans les zones arides et semi-arides. Globalement, les résultats confirment la stimulation de la photosynthèse et l'augmentation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau par les plantes. Certains de ces essais sont conduits sur le long terme et donnent des indications sur l'adaptation de la végétation. On constate ainsi une évolution de la flore, en général au profit des plantes à la photosynthèse en C_3 (des plantes ligneuses en particulier), mais cette tendance peut être contrecarrée par l'augmentation concomitante des températures qui favorise les plantes à la photosynthèse en C_4 (p. ex. maïs, sorgho).

La hausse des températures

La hausse des températures s'accompagne d'une augmentation de l'évapotranspiration, qui peut aggraver les épisodes de sécheresse, mais leur impact sur la végétation dépend de leur calendrier par rapport à celui de la croissance végétale. Par exemple, cette hausse de température a peu d'impact dans le cas du Sahel, où elle intervient en saison sèche.

Les régimes des vents et des pluies

L'impact du changement de régime des vents et des pluies diffère suivant les régions. La tendance à plus de pluies qui se poursuit au Sahel depuis les années 1990 explique le « reverdissement » observé sur l'imagerie satellite, en particulier l'augmentation du couvert et de la densité des ligneux. Les exceptions à cette tendance, comme dans l'ouest du Niger, sont liées à l'intensité locale des défrichements agricoles et au mitage urbain. Dans d'autres régions où le changement climatique se traduit par une diminution de la pluviosité, comme dans la steppe du Sud algérien, on observe une régression du couvert végétal, un changement de composition floristique au profit d'annuelles et un renforcement de l'érosion éolienne avec multiplication d'ensablements locaux, et cela d'autant plus que la pression agricole et pastorale sur les ressources s'accroît. Dans tous les cas, qu'il y ait augmentation ou réduction des précipitations, l'augmentation de l'irrégularité de leur distribution, alliée à leur plus grande intensité, risque de contribuer à aggraver la dégradation du biome en renforçant l'érosion des sols, sauf si l'effet



de l'enrichissement de l'air en CO₂ sur le couvert végétal est suffisant pour réduire l'érosion, et maintenir si ce n'est enrichir la matière organique des sols.

QUELLES SONT LES RÉGIONS ET POPULATIONS TOUCHÉES PAR LA DÉSERTIFICATION ?

Antoine Cornet

La plupart des continents sont affectés par la désertification. Les régions sèches menacées par le phénomène occupent 40 % des terres disponibles, soit 5,2 milliards sur 13 milliards d'hectares. L'Afrique représente 37 % des zones sèches, l'Asie 33 % et l'Australie 14 %. Des zones sèches concernées existent également en Amérique, ainsi que sur les franges méridionales de l'Europe. Sur le plan de l'occupation des sols, 65 % sont des pâturages, 25 % des zones cultivées et 10 % autres (forêts, zones urbanisées...).

En 2000, les zones sèches hébergeaient 35 % de la population mondiale. Plus d'un milliard et demi de personnes vivent dans des régions arides, semi-arides et subhumides sèches, réparties dans plus de 60 pays. Ces populations, dont 90 % au moins vivent dans les pays en développement, se classent en moyenne loin derrière le reste du monde sur les indices de bien-être humain et de développement. À l'exception de ceux qui disposent de richesses minières et pétrolières ou qui ont des activités industrielles et de service, ces pays vivent essentiellement de leurs ressources naturelles et donc d'activités agricoles, pastorales et forestières, le plus souvent destinées à la consommation nationale. L'accroissement démographique et les sécheresses persistantes, ainsi que le changement climatique en général, y augmentent la pression sur ces ressources et sur le foncier. Ces pressions interrogent les modes d'adaptation des sociétés en zones sèches², leur vitesse de mise en œuvre et diffusion, leurs capacités à innover et mettent en danger l'environnement local, notamment la diversité biologique, et la survie même des populations.

2. Voir la question suivante : « Peut-on s'adapter en contexte de désertification ? ».

Pour la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (CNULCD), les États parties doivent, sur une base volontaire, se déclarer « affectés » par la désertification. Cela implique un certain nombre d'obligations, notamment l'établissement de plans nationaux de lutte contre la désertification. Les pays non affectés n'ont pour leur part qu'une seule obligation : rapporter tous les deux ans leurs activités de coopération et verser leur contribution obligatoire. La France s'est déclarée non affectée. Les modèles climatiques prédisent cependant son aridification sans ambiguïté ; ce qui l'amènera peut-être à se déclarer affectée un jour. Par ailleurs, si on considère les pays affectés signataires de la Convention (plus de 180 en 2023), nombre d'entre eux ne présentent pas de zones sèches. Ce qui relativise la prise en compte des seules zones sèches par la Convention.

L'évaluation de l'étendue réelle de la désertification et les estimations de la superficie totale des zones sèches affectées par la désertification dans le monde varient de façon significative. En effet, la méthode de calcul et le type de dégradation des terres pris en compte influencent l'estimation. L'évaluation globale de la dégradation des sols (*Global assessment of soil degradation*, GLASOD, 1991, université de Wageningen), en se basant sur des avis d'experts, a estimé que 20 % des zones sèches en souffrent. Une autre estimation datant du début des années 1990 (*International Center for Arid and Semi-Arid Land Studies – ICASALS*' Texas A&M University), basée principalement sur des métadonnées, a évalué que 70 % des zones sèches souffrent d'une dégradation du sol et/ou de la végétation. Une évaluation datant de 2003, conçue à partir de bases de données régionales qui se recouvrent partiellement et de données de télédétection, a estimé que 10 % des zones sèches mondiales sont dégradées.

L'étude commandée par l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (2005), en utilisant un concept large de productivité biologique et de dégradation des services des écosystèmes, estime qu'entre 10 et 20 % des zones sèches sont déjà dégradées. En se fondant sur ces estimations, la superficie totale affectée par la désertification dans le monde serait de 6 à 12 millions de kilomètres carrés.



Étant donné les limites et les problèmes inhérents à chacune des bases de données sur lesquelles se fondent ces travaux, le besoin d'une meilleure évaluation se fait sentir. La Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification a défini, après 2008, des indicateurs permettant d'évaluer l'importance de la désertification et aussi de juger de son évolution, ainsi qu'un cadre conceptuel permettant l'intégration de ces indicateurs, et enfin les mécanismes de rapportage et de gestion des indicateurs aux niveaux national et local.

En 2008, l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) a réalisé une étude sur la désertification en Europe méridionale, centrale et orientale, couvrant une superficie de 1,68 million de kilomètres carrés. En 2013 est parue une nouvelle version de l'*Atlas mondial de la désertification* édité par le Centre commun de recherche de l'UE. En 2017, une étude de suivi, fondée sur la même méthodologie, a montré que l'étendue du territoire exposé à la désertification a augmenté de 177 000 km², soit 10,5 %, et ce, en moins d'une décennie.

Les indicateurs mis en place par la CNULCD seront repris dans le cadre de la cible 15.3 des objectifs de Développement durable : lutter contre la désertification, réhabiliter les terres et sols dégradés, et s'efforcer de parvenir à un monde sans dégradation des sols. L'indicateur 15.3.1 retenu dans le cadre des Nations unies est l'étendue spatiale exprimée en pourcentage de terres dégradées sur la superficie totale des terres. Il repose sur une quantification binaire — dégradée / non dégradée — basée sur l'analyse des données disponibles pour trois sous-indicateurs devant être validés et communiqués par les autorités nationales. Les sous-indicateurs sont : l'évolution de la couverture végétale, de la productivité des terres et des stocks de carbone organique dans les sols.

À partir de ces indicateurs, la base de références établie pour 2015 retient les chiffres suivants : Afrique, 18 % de terres dégradées ; Asie, 24 % ; Europe, 10 % ; France, 12 % ; Kenya, 40 %. La base de données inclut 136 pays dont plusieurs ne possèdent pas de zones sèches.

La Convention ne prenant en compte que les zones arides, semi-arides et subhumides sèches, doit-on en conclure que la définition

de la désertification telle qu'elle est donnée doit évoluer dans le cadre de la Convention ? Pour apporter des éléments de réponse, il conviendrait d'examiner à la fois les aspects scientifiques et techniques, mais aussi les aspects politiques et d'opportunité dans le débat international. Les caractéristiques particulières des zones sèches et leurs spécificités amènent-elles à considérer que la dégradation des terres en zone sèche est bien un phénomène particulier, auquel il convient d'attribuer le qualificatif de désertification, et à le différencier de la dégradation des terres bien réelle dans d'autres biomes ? La prise en compte récente de la dégradation des terres comme un des facteurs importants pour les autres conventions (Climat et biodiversité) tendrait à justifier cette extension à l'ensemble du phénomène de dégradation des terres. La modification de cette définition dans le cadre de la Convention nécessiterait une ouverture de négociations sur le texte, ce que peu de parties souhaitent, face à la difficulté de trouver un consensus.

PEUT-ON S'ADAPTER EN CONTEXTE DE DÉSSERTIFICATION ?

Emmanuel Chauvin, Pierre Hiernaux, Christine Raimond

Les perceptions de la désertification, de ses causes, de son ampleur et de ses effets varient grandement selon les points de vue des acteurs concernés, suscitant des controverses³. En Afrique, le concept de désertification est une construction coloniale reposant sur une profonde incompréhension de l'écologie des zones sèches et des systèmes d'activités rurales associés. Cette construction a été depuis analysée par des scientifiques, mais souvent reprise telle quelle par des États postcoloniaux et des acteurs internationaux pour justifier leurs actions dans les domaines de l'environnement et du développement. Les théories et définitions basées sur l'origine essentiellement anthropique de la désertification — consistant en particulier à faire porter la responsabilité de la dégradation des sols sur les supposées « mauvaises pratiques » agro-sylvo-pastorales des populations (surexploitation, itinérance des cultures, élevage

3. Voir les cinq premières questions du chapitre 2.



pastoral transhumant, feux de brousse) — sont tenaces et orientent encore souvent les actions proposées pour la prévenir ou y remédier (sédentarisation des éleveurs, fixation des activités agropastorales, mise en réserve de terres impliquant souvent exclusion de populations et réduction des droits d'accès, reboisement).

Pourtant, les sociétés rurales et urbaines qui vivent dans ces régions se sont adaptées depuis très longtemps aux climats arides, semi-arides et subhumides secs, selon des modalités souvent contraires aux actions proposées par les projets de développement pour freiner la désertification. En effet, les écosystèmes de ces régions se sont construits en adaptation à une contrainte hydrique majeure, saisonnière, associée à des températures très élevées, tout en présentant des atouts pour la végétation et l'agriculture puisque les pluies interviennent pendant la période où les jours sont les plus longs et les températures élevées. L'hétérogénéité dans le temps et l'espace de la distribution des pluies, du ruissellement ou de l'écoulement de subsurface, ainsi que celle de la fertilité biochimique des sols (disponibilité en azote et phosphore assimilables pour les plantes) expliquent la grande hétérogénéité de la répartition de la végétation et de ses productions, dans des paysages que les activités humaines ont aussi largement contribué à façonner (oasis, parcs arborés, pâturages, etc.).

Face à la rareté et à la variabilité spatiotemporelle des ressources, les adaptations des sociétés sont multiformes. En Afrique, elles s'articulent autour de cinq principes : l'exploitation extensive des ressources, la mobilité et la migration, la multiactivité des exploitations, la multifonctionnalité des espaces et les complémentarités régionales entre zones agroécologiques contrastées reposant sur les flux de produits.

L'adaptation principale tient au caractère extensif d'une majorité des activités agricoles, pastorales et forestières, et aux mobilités des personnes et des productions qui y sont liées. En fonction des conditions édaphiques et des fluctuations du climat, les agriculteurs et agricultrices jouent sur un large panel de plantes cultivées (espèces et variétés) et sur des pratiques agroécologiques anciennes qui leur permettent d'exploiter avec opportunisme des terres plus ou moins fertiles et arrosées (parcs agroforestiers, haies de bords

de champ, associations culturales, jachères, cultures de décrue près des fleuves, travail superficiel des champs, recyclage de la matière organique, fumiers, zaï⁴, RNA (régénération naturelle assistée).

La mobilité pastorale journalière et locale, ainsi que saisonnière et régionale, demeure une solution efficace à la variabilité des pluies et des pâturages, à condition qu'elle soit sécurisée, car la multiplication des troupeaux, l'expansion des superficies cultivées et loties, les aménagements hydroagricoles et la privatisation des terres sont des obstacles qui remettent en question cette solution. La mobilité existe aussi pour les cultures (rotations culturales, jachères, extension des surfaces cultivées) et la main-d'œuvre agricole (mobilités saisonnières vers des zones plus favorables aux productions agricoles, car mieux pourvues en eau et en sols fertiles). Le recours à la migration est une autre solution adoptée face à la raréfaction des ressources, comme lors d'épisodes brefs de sécheresse ou en cas de changement environnemental au long cours. Les migrations des éleveurs en Afrique sahélo-soudanienne, face aux deux grandes sécheresses dans les années 1970-1980, vers l'Afrique soudanienne et jusqu'à la lisière de la forêt tropicale en constituent un exemple. Les migrations vers les villes, qui ont accéléré le phénomène d'urbanisation, représentent aussi une forme d'adaptation permettant parfois à une partie de la famille de se maintenir dans l'activité et à ceux qui partent de se réaliser dans un nouvel environnement.

La multiactivité (agriculture, élevage, pêche, collecte) est une autre forme d'adaptation, dans laquelle ces mobilités saisonnières et ces migrations s'insèrent, et caractérise une tendance de plus en plus fréquente de la diversification des activités en milieu rural (commerce, transport, mines, etc.) ainsi qu'une évolution majeure des modes de vie. Ces changements renforcent les liens des campagnes à la ville tout en accélérant les dynamiques d'urbanisation, notamment dans les villes secondaires où se développent les activités de service.

4. Voir chapitre 3, « Quelles sont les différentes techniques de réhabilitation des terres affectées par la désertification ? ».



La multifonctionnalité des espaces, qui décrit la succession saisonnière des activités agricoles, pastorales, piscicoles et sylvicoles dans les parcelles, permet à la fois d'adapter les activités au calendrier saisonnier et d'augmenter la productivité par unité de surface. La complémentarité des activités s'organise au sein des exploitations agricoles, mais aussi entre acteurs spécialisés (agriculteurs, éleveurs, pêcheurs, etc.), ce qui impose des alliances entre les différents groupes d'acteurs et des droits d'accès négociés en fonction de la ressource.

Les flux de produits alimentaires entre des bassins de production aux caractéristiques agroécologiques et au niveau de production

DIFFUSION DES SORGHOS REPIQUÉS ET RÉHABILITATION DES TERRES DÉGRADÉES (HARDÉ) DANS LE BASSIN DU LAC TCHAD

Dans le bassin du lac Tchad, le mil pénicellaire (*Pennisetum glaucum*) et le sorgho (*Sorghum bicolor*) constituent la base alimentaire des populations et recouvrent une grande diversité de cultivars locaux. Face à la péjoration climatique de la seconde moitié du xx^e siècle s'est observé un remplacement des cultivars à cycle long par des cultivars à cycle court. C'est aussi à cette période que se sont fortement diffusés les sorghos repiqués dans les vertisols des plaines inondables, dont les cultivars et le système de culture étaient déjà connus localement, mais peu développés. Le succès de cette culture s'explique par la disponibilité des terres et son calendrier, le repiquage à la décrue permettant de s'affranchir des aléas de la saison des pluies (date d'installation, sécheresses intercalaires, longueur de la saison des pluies), tout en assurant une seconde récolte céréalière au cœur de la saison sèche. La demande familiale et sur les marchés à destination des villes est telle que certains sols, particulièrement indurés en surface (les *hardé*, des sols à végétation peu dense voire inexistante), ont été réhabilités grâce à un travail du sol à la charrue permettant de réactiver les mouvements vertiques du sol, et à l'installation d'un réseau dense de diguettes. Depuis le début des années 2020, les inondations exceptionnelles permettent une extension de cette culture à des parcelles hydromorphes moins régulièrement inondées.

(déficitaires et excédentaires) différenciés permettent d'assurer une disponibilité alimentaire dans les marchés, d'autant plus dans un contexte d'amélioration des conditions de transport, et d'éviter des pénuries, y compris dans des régions connaissant des dégradations environnementales lentes (hors situation exceptionnelle de crise donc). Néanmoins, la disponibilité alimentaire ne garantit pas l'accès de certaines populations à une alimentation suffisante et variée, particulièrement pour les populations pauvres ou appauvries.

Toutes ces pratiques peuvent-elles suffire face à la forte croissance démographique humaine et au changement climatique, susceptibles, selon les territoires, de participer à la dégradation des sols ? La réponse ne peut assurément pas être univoque. En effet, la situation initiale et son évolution dépendent beaucoup du contexte local. Par ailleurs, la croissance démographique varie selon les ensembles continentaux et s'établit sur des densités de population diverses. De plus, le réchauffement climatique a des conséquences différentes selon les territoires. Quant à la solution généralement prônée — l'intensification agricole (augmentation des rendements sur une même unité de surface) —, elle ne peut se résumer à l'adoption de modèles théoriques : l'agriculture intensive à haut niveau de capital technique et financier d'une part, ou des principes agroécologiques transférables d'un territoire à l'autre d'autre part. Les solutions d'avenir reposeront sur les choix des producteurs, mais aussi sur les modèles de consommation (eau, alimentation, énergie) dans un contexte de forte urbanisation. D'ores et déjà, en Afrique, ce sont souvent des voies intermédiaires, de « petite intensification », qui sont adoptées : utilisation d'intrants (engrais minéraux, aliments du bétail), nouvelles variétés, nouvelles associations végétales, mécanisation adaptée, etc.

Les options pour l'intensification agricole sont localisées dans les niches écologiques qui concentrent les ressources, dépendantes de sociétés hydrauliques solidaires et hiérarchisées dans le cas de l'irrigation, de la disponibilité en main-d'œuvre (exemples des agricultures de montagne dans le Nord Cameroun) ou des dynamiques périurbaines. Les périmètres irrigués (grands aménagements, jardins maraîchers) et l'agriculture de décrue se sont développés avec le passage à une agriculture patronale et capitalistique. L'introduction de variétés sélectionnées par la



recherche est l'une des formes d'intensification (augmentation des intrants), mais elle requiert d'autres investissements pour être rentable. Les variétés à haut potentiel de rendement à cycle court et non photopériodique ne sont valorisées que par des sols plus fertiles et donc par un recours aux engrais minéraux : c'est le cas par exemple de variétés de mil sélectionnées par ICRISAT (International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics) qui ne sont pas adoptées au Niger, mais qui l'ont été par les agriculteurs du Nigeria ayant recours aux engrais subventionnés par l'État. L'intensification de l'élevage est assurée par une articulation renforcée entre l'élevage pastoral mobile, dont la vocation est la reproduction, et des unités sédentaires, proches des marchés, vouées à l'embouche (engraissement rapide des animaux) ou à la production laitière. Le renforcement de cette articulation, qui existe déjà, est une solution d'adaptation à venir. Dans les deux types d'élevage, le recours à des intrants alimentaires, au moins saisonniers, et la production de fourrages (locale en irrigué pour l'élevage laitier et l'embouche, ou importée de zones mieux pourvues en ressources) peuvent rehausser la productivité indispensable pour satisfaire des besoins croissants d'une population en plein essor.

LE MODÈLE DES 3M (MOBILITÉS, MULTIACTIVITÉ DES EXPLOITATIONS ET MULTIFONCTIONNALITÉ DE L'ESPACE) DANS L'EST NIGER

L'économie de la région de Diffa au Niger reposait, avant la crise liée au groupe armé Boko Haram, sur les complémentarités régionales en matière de production de cultures vivrières et commerciales, de flux de travail (saisonnier ou temporaire) et de produits agricoles et manufacturés au sein d'un système régional polarisé par le lac Tchad, la vallée de la Komadougou Yobé et les grands centres urbains nigériens. Ainsi, les populations de l'arrière-pays du lac et de la rivière Komadougou Yobé, moins bien pourvus en ressources naturelles, vivaient indirectement des ressources des zones humides où étaient concentrées les productions agricoles et pastorales, grâce au déplacement de population pour le travail (accès aux parcelles ou aux pâturages, main-d'œuvre saisonnière),

.../...

.../...

ou des revenus envoyés par des membres de la famille en transhumance avec les troupeaux, ou partis s'installer dans les zones méridionales. Les violences perpétrées par le groupe Boko Haram et les mesures d'état d'urgence décrétées dès 2015 ont profondément perturbé ce système, résilient et excédentaire en productions agricoles et pastorales, en bloquant les mobilités des personnes et des troupeaux, en interdisant l'accès aux zones humides les plus productives et en concentrant les populations et les activités sur les zones les moins bien pourvues en ressources naturelles. Le report des activités de production sur des stratégies de cueillette et de petit commerce, habituellement observé lors des crises, et la pression anthropique accrue conduisent à une surexploitation localisée et accélérée des ressources naturelles. Ces changements s'opèrent dans un contexte de très forte incertitude et variabilité climatique, comme en attestent les successions d'années sèches (2014) et d'années de fortes inondations (2001, 2010, 2012, 2016, 2019, 2020, 2022) qui ont fait un grand nombre de sinistrés.

POURQUOI ET QUI DOIT LUTTER CONTRE LA DÉSSERTIFICATION, SELON LA CONVENTION ?

Antoine Cornet, Maud Loireau

Les terres fournissent une série de biens et de services qui sont autant de ressources et de supports nécessaires aux activités économiques et sociales, mais aussi de façon plus générale au bien-être des populations. La dégradation des terres qui perturbe la structure et le fonctionnement des agrosystèmes et des écosystèmes entraîne la réduction ou la destruction des services des écosystèmes et affecte les conditions de vie des populations.

Les pressions actuelles sur les terres sont extrêmement fortes et risquent de s'intensifier. Il existe une concurrence de plus en plus forte entre la demande liée aux fonctions assurées par les terres pour fournir de la nourriture, de l'eau et de l'énergie, et les services qui soutiennent et régulent tous les cycles de vie. Une proportion importante d'écosystèmes gérés et naturels se dégrade, notamment en zones sèches du fait de la désertification.



La perte de biodiversité et le changement climatique accroissent ces déséquilibres.

L'accroissement de la pauvreté et des inégalités en milieu rural dans les régions arides et semi-arides, ainsi que les implications nationales et internationales de cette évolution font de la lutte contre la désertification une cause planétaire. Il convient donc qu'une action concertée soit mise en œuvre sur le plan mondial. Tous les efforts, locaux, nationaux, internationaux doivent converger.

Le rapport de 2018 de la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) reconnaît que la lutte contre la dégradation des terres est une urgence afin de protéger la biodiversité et les services écosystémiques. Des mesures opportunes pour éviter, réduire et inverser la dégradation des terres peuvent accroître la sécurité des aliments et de l'eau, contribuer considérablement à l'adaptation et à l'atténuation du changement climatique, ainsi qu'à éviter les conflits et les migrations. Il est essentiel d'éviter, de réduire et d'inverser la dégradation des terres pour atteindre les objectifs de développement durable contenus dans l'Agenda 2030. Investir pour éviter la dégradation des terres, réhabiliter voire restaurer les terres dégradées est logique sur le plan économique, les avantages dépassant généralement de loin le coût. C'est essentiel sur le plan social pour lutter contre la famine, la pauvreté, et réduire les inégalités géographiques et sociales qu'elles peuvent générer.

La Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification intègre la dimension mondiale du problème. Elle souligne également que les efforts de lutte contre la désertification doivent s'accompagner de mesures portant non seulement sur les effets de la désertification, mais aussi sur les causes qui en sont à l'origine. En d'autres termes, les efforts doivent s'inscrire dans le processus même du développement durable. L'approche de la Convention repose sur des obligations et sur le principe de solidarité entre pays touchés et pays susceptibles de leur fournir de l'aide. Cette approche encourage les pays affectés par la désertification à s'attaquer aux facteurs sociaux et économiques

et à promouvoir la collaboration avec les populations, qu'elles soient usagères ou gestionnaires des terres.

Ainsi, un certain nombre de principes directeurs, préconisés par la Convention, précisent le cadre des stratégies d'application et de lutte mises en place contre la désertification :

1. La lutte contre la désertification et la dégradation des terres s'inscrit dans une approche plus globale des problèmes d'environnement et de développement. Une stratégie efficace visant à réduire ou à stopper la dégradation des terres devra prendre en compte les critères du développement durable : intégrité environnementale, efficacité économique et équité sociale ;

2. L'approche participative, c'est-à-dire la production de connaissances auxquelles participent des acteurs de la société civile, est essentielle dans la définition des stratégies, des plans d'action et des projets de lutte contre la désertification. La population et ses différentes formes d'organisation dans les territoires y participent de plus en plus par le biais d'instances de dialogue mises en place à cet effet. Ces acteurs sont aussi parfois force de propositions et d'innovation ;

3. La Convention prône un nouveau rôle pour l'État. Ce rôle se situe notamment dans la coordination des initiatives internationales et la mise en place de cadres législatifs et réglementaires adéquats. Cette coordination permet le développement de mécanismes nationaux de concertation et le renforcement de la capacité des communautés locales à maîtriser la gestion de leurs ressources naturelles pour un développement plus durable ;

4. Une stratégie de prévention et de lutte contre la désertification doit reposer sur la mise en place de projets concrets, susceptibles d'apporter des solutions adaptées aux problèmes majeurs rencontrés localement. La mise en œuvre de la convention repose fondamentalement sur les Programmes d'action nationaux (PAN) ;

5. La fonction de suivi et d'évaluation est un élément indispensable pour l'efficacité des programmes de lutte. La Convention fait obligation aux pays de rendre compte des progrès enregistrés dans l'application des moyens de lutte. Elle appelle à un effort coordonné pour collecter, analyser et échanger des données concernant l'état de la dégradation et l'impact des actions de lutte.



La science et la technologie constituent des outils essentiels dans la lutte contre la désertification, pour une meilleure compréhension des processus et des effets de la désertification, et pour établir, sur des bases fiables, les projets de lutte et en capitaliser les résultats. Il convient de renforcer la coopération internationale en matière de recherche et d'observation scientifiques.

Depuis 2015, la lutte contre la désertification ainsi que la neutralité en matière de dégradation des terres sont intégrées aux objectifs de développement durable (ODD), notamment à l'objectif 15 et à la cible 15.3. Lors de la douzième Conférence des parties de la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (CNULCD), les pays signataires se sont engagés à atteindre un objectif de neutralité nationale d'ici à 2030, impliquant donc sa mise en œuvre opérationnelle dans les pays.

EN SAVOIR PLUS

Cherlet M., Hutchinson C., Reynolds J., Hill J., Sommer S., von Maltitz G. (eds.), 2018. *World Atlas of Desertification*, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, <https://wad.jrc.ec.europa.eu>.

FAO, 2021. L'État des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde – Des systèmes au bord de la rupture, rapport de synthèse 2021, FAO, Rome.

GLO, 2017. Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification, <https://doi.org/10.4060/cb7654fr>.

Loireau M., Ben Khadra N. (rédacteurs en chef invités), 2017. Désertification et système terre : de la (re)connaissance à l'action. *Liaison Énergie Francophonie*, 2017, 105, édition IFDD, OSS, IRD, 138 p., <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010070726>.

UE, 2018. Lutte contre la désertification dans l'UE : le phénomène s'aggravant, de nouvelles mesures s'imposent, rapport spécial de la Cour des comptes européenne.



QUELLES SONT LES CAUSES ET LES CONSÉQUENCES DE LA DÉSERTIFICATION ?

QUELS SONT LES PROCESSUS EN CAUSE, LEURS INTERACTIONS ET LEUR LOCALISATION ?

Pierre Hiernaux, Jean-Luc Chotte, Maud Loireau

La dégradation des terres est le résultat d'un enchevêtrement de causes nécessitant une approche holistique⁵.

Les processus et leurs interactions

Les processus en cause dans la désertification — c'est-à-dire dans la dégradation à long terme des terres dans les zones arides, semi-arides ou subhumides sèches — sont multiples et interconnectés. Les processus qui conduisent à une réduction à long terme du couvert végétal sont souvent invoqués comme causes initiales, car ils favorisent l'érosion éolienne ou hydrique, et la baisse de la fertilité et de l'activité biologique des sols. Les pollutions d'origine minière, industrielle, urbaine ou agricole causent une dégradation de la qualité des eaux et des sols qui se traduit aussi par une réduction locale du couvert végétal. L'érosion de la biodiversité, souvent accompagnée de l'expansion d'espèces envahissantes, est à la fois une conséquence et un facteur aggravant de la dégradation des écosystèmes.

Perte de fertilité des sols

La baisse de la fertilité des sols est surtout due à la succession des cycles culturaux avec exportation de la matière organique et des éléments minéraux. Ces exportations ne sont pas compensées

5. Voir chapitre 4 « Quels dispositifs d'accompagnement des acteurs des territoires pour lutter contre la désertification ? » ; chapitre 3 « Pourquoi une approche holistique, systémique, est-elle nécessaire ? ».



par des amendements organiques (résidus de culture, fumier, compost) ou des engrais minéraux. Par ailleurs, la mise en jachère des sols cultivés dont la durée a été raccourcie ne remplit plus cette fonction régénératrice de la fertilité. Cette diminution de la fertilité des sols agricoles résulte donc du caractère minier des cultures, qu'elles soient vivrières ou commerciales. Déjà en 1989, l'agronome Christian Pieri dressant « le bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara » concluait à une tendance globale à la réduction de la fertilité des sols et au déclin du rendement des cultures vivrières conduites sans fertilisant. De plus, l'expansion des superficies mises en culture qui a été opérée pour faire face à la démographie rurale et qui a amené l'exploitation de terres dont le potentiel cultural est marginal n'a fait qu'amplifier ce processus. Ce caractère minier des cultures n'a pas été compensé, à l'exception des cultures de rente (arachide, coton, cultures maraîchères périurbaines), par une intensification des pratiques culturales avec recours aux fertilisants. En outre, les apports organiques venant du recyclage *in situ* des chaumes et résidus de culture, ou des fumiers et déjections du bétail, ont tendance à diminuer. En effet, ils sont exportés vers les centres urbains, ou leur quantité baisse du fait de la réduction du cheptel séjournant en zone agricole.

Perte de biodiversité

Les processus qui conduisent à une perte de biodiversité sont plus difficiles à caractériser, car la réduction du couvert végétal, l'érosion et les pertes de fertilité des sols peuvent s'accompagner de changements qualitatifs dans la composition des communautés biologiques n'entraînant pas forcément des appauvrissements ni des pertes de services écologiques. Néanmoins, l'expansion des superficies mises en culture, le plus souvent vouées à un petit nombre d'espèces cultivées, contribue à homogénéiser le paysage et à en réduire la biodiversité. Le renforcement de la pression sur les peuplements ligneux avec des coupes de plus en plus fréquentes pour la mise en culture, le ravitaillement des villes en bois-énergie, des coupes sélectives d'espèces recherchées pour l'usage artisanal ou pour la pharmacopée, mais aussi des coupes pour l'expansion des villes et des infrastructures (routes,

barrages, antennes de communication, lignes à haute tension, mines et oléoducs) participent à la réduction de la diversité des peuplements ligneux. Ces pertes de biodiversité sont souvent accompagnées d'une expansion rapide d'espèces pionnières endogènes ou exogènes, qualifiées d'envahissantes. Les reprises d'érosion éolienne lors des sécheresses des années 1970 et 1980 ont par exemple favorisé l'expansion d'espèces buissonnantes ou arbustives qui ont en commun des semences dispersées par le vent : c'est le cas de *Leptadenia pyrotechnica*, *Calotropis procera*, mais aussi *Pergularia daemia*, qui ont envahi les paysages des sols sableux du Nord Sahel. Sur des sols plus limono-argileux superficiels, c'est *Acacia ehrenbergiana* qui s'est propagé à l'aide des ruminants qui en consomment les gousses. Sur les sols calcaires et dans les zones périurbaines, c'est un petit arbre épineux originaire d'Amérique centrale, *Prosopis juliflora*, qui est devenu envahissant. Les herbacées ne sont pas épargnées par ce phénomène de propagation d'espèces envahissantes parfois favorisées par la concentration du bétail, comme c'est le cas pour *Sida cordifolia*, *Senna oblongifolia*, *Diodelia sarmentosa* au Sud Sahel, ou par le passage de véhicules, comme c'est le cas pour *Hyptis suaveolens*, qui colonise d'abord les bords de route en zone subhumide. Cependant, ces herbacées envahissantes couvrent bien le sol et, par leur nature d'annuelles, n'excluent pas la présence d'autres espèces, même si les fréquences de ces dernières sont diminuées.

Ne pas confondre variations saisonnières et effets à long terme

L'ampleur des variations saisonnières et interannuelles du couvert végétal, qui sont caractéristiques des écosystèmes arides, semi-arides et subhumides secs, rend difficile le diagnostic de la réduction du couvert végétal. Si le forestier Edward Percy Stebbing, qui a alerté la communauté scientifique de l'avancée du Sahara vers le sud, dès 1935, après la visite qu'il avait faite à Maradi au cours de la saison sèche 1930-1931, était repassé quelques mois plus tard, en saison des pluies, il se serait plutôt alarmé des risques d'inondation. Ainsi, le diagnostic d'un surpâturage ou d'une dégradation, uniquement basé sur l'état du couvert végétal en fin de saison sèche, ne permet de caractériser que des



effets transitoires. C'est en particulier le cas des parcours sahéliens dont la strate herbacée est dominée par des plantes annuelles qui meurent en fin de saison des pluies, restent sous forme de paille et litière au cours des huit à neuf mois de la saison sèche, et se régénèrent par germination des semences aux premières pluies. Dans les savanes à graminées pérennes qui dominent dans les zones les plus humides, ce sont les feux — qui les parcourent en saison sèche, consommant la masse des pailles et noircissant les troncs des arbres qui leur survivent en général — qui contribuent à un diagnostic de dégradation.

À l'échelle interannuelle, les variations du couvert, de sa masse et aussi de sa composition floristique observées d'une année sur l'autre en liaison avec les fluctuations du volume et de la distribution des pluies de mousson sont aussi spectaculaires, mais pas toujours indicatrices d'une tendance à plus long terme. Ainsi, au Sahel, la réduction globale du couvert végétal et des rendements agricoles qui a accompagné le long épisode de pluies déficitaires de 1968 à 1994, émaillé de sécheresses sévères en 1972-1973 et 1983-1984, a été suivie d'une reprise de la végétation baptisée le « reverdissement du Sahel ». L'écologiste français Gabriel Boudet, notamment, s'était alarmé de la désertification progressive du Sahel juste après la première sécheresse. Cet homme, rompu aux relevés de terrain et à la cartographie de la végétation sahélienne effectués pour quantifier les ressources fourragères pour l'Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux (aujourd'hui intégré au Cirad, le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement), se demandait « comment la progression du désert pouvait être arrêtée ». Mais en revenant quelques années plus tard sur des sites décrits pendant la sécheresse, il a constaté que le couvert végétal pouvait fluctuer largement et reprendre à l'occasion d'années plus pluvieuses, posant la question « désertification ou remontée biologique ? ».

Des processus qui peuvent être très localisés

Le « reverdissement » observé au Sahel après les sécheresses des années 1980 n'est pas uniforme. Les régions de Niamey et de Tillabery, dans l'ouest du Niger, par exemple, y font exception.

En effet, l'ampleur des défrichements agricoles qu'entraîne une croissance démographique rurale de 3,3 % par an depuis les années 1950 sans intensification des techniques de culture, associée à la pression exercée sur les ressources environnantes par la croissance urbaine de Niamey (population augmentant de 9 % par an depuis 2012), tend à réduire le couvert végétal en dépit des pluies plus abondantes. Ailleurs, d'autres exceptions au reverdissement sont encore plus locales et souvent liées à l'érosion des sols qui a empêché ou limité la reprise végétale suite à la perte de l'horizon meuble de surface ou à son encroûtement. Au Sahel, ce phénomène a conduit au « paradoxe sahélien », à savoir moins de pluies, mais plus d'eau dans les bas-fonds, les mares.

Un phénomène similaire se produit avec l'érosion éolienne aux confins sahélo-sahariens. La reprise de l'érosion éolienne, qui a fait suite aux années de sécheresse sur les sols des dunes depuis longtemps fixées, a engendré des champs de microdunes (*nebhra*) et des plages de déflation. Ces formations ont été recolonisées par la végétation herbacée en quelques saisons des pluies. Cependant, lorsque les plages de déflation ont laissé apparaître un sous-sol soit rocheux soit argilo-limoneux, la recolonisation est ralentie. Ces formes de désertification qui restent très locales sont parfois entretenues par la proximité d'ouvrages (routes, bâtiments, mines...), qui concentrent les agents érosifs.

Cette désertification locale n'est pas incompatible avec une tendance globale au reverdissement.

COMMENT CERTAINES PRATIQUES MÈNENT-ELLES À LA DÉSSERTIFICATION ?

Bernard Bonnet, Maud Loireau, Yves Travi, Hélène Soubelet

Différentes pratiques d'exploitation, d'aménagement et de gestion des ressources naturelles en zones sèches peuvent se traduire par un déséquilibre des écosystèmes en place et conduire à la dégradation des terres. Quatre types de pratiques sont présentés ici, ainsi que les processus responsables de la dégradation de la végétation, du sol et de l'eau.



Défriches agricoles dans les zones sèches au nord et au sud du Sahara

Les zones sèches au nord et au sud du Sahara sont des écosystèmes fragiles en raison de l'aridité et de l'irrégularité des pluies et de la nature des sols sensibles à l'érosion hydrique et éolienne. Du fait de la croissance démographique, des modifications de consommation des sociétés et des transformations des marchés, du local au global, le besoin de produire plus a conduit très souvent à la mise en culture de terres jusque-là exploitées en communs pour leurs ligneux (bois énergie, bois d'œuvre, etc.) et la pâture. La défriche mécanisée expose immédiatement ces sols fragiles au ruissellement et au vent, tout en faisant disparaître la végétation naturelle. En raison de l'exportation de la matière sèche produite non compensée par des apports conséquents de matière organique, on assiste en quelques années à un décapage des horizons superficiels des sols. Sur ces sols, les pluies conduisent à la formation de croûtes, qui sont une barrière à l'infiltration de l'eau.

À défaut d'un changement radical et coûteux, la persistance de ce mode d'exploitation rend les terres incultes. Le retour à la végétation naturelle initiale devient impossible sans intervention de gestion faisant appel à des techniques de restauration ou de réhabilitation coûteuses, qu'il faut savoir adapter au contexte pour éviter un investissement inutile. Dans tous les cas, cette restauration prend du temps. Ce phénomène de désertification s'observe en Afrique subsaharienne et au Maghreb avec les labours des terres pastorales ou le défrichement non contrôlé lors de la préparation (annuelle ou après un temps de jachère) des champs en cultures pluviales. Traditionnellement, au Niger par exemple, les agriculteurs pratiquaient ce qu'ils appellent eux-mêmes le défrichement contrôlé, qui consistait à laisser des arbres dans les champs étant donné les services « écosystémiques » qu'ils en retiraient (ombrages, fourrage, fertilité des sols, produits forestiers non ligneux, etc.). Cette pratique a été abandonnée sous la pression combinée de l'augmentation des besoins alimentaires et de la diminution des surfaces agricoles à l'échelle de l'exploitation. Dans les années 1980-1990, elle a été réintroduite, parfois perfectionnée sous le nouveau vocable de « régénération naturelle assistée ».

En Europe, en Amérique, en Afrique du Nord, les pratiques d'intensification fourragère, par le labour des prairies permanentes pour l'implantation de cultures fourragères spécialisées ou de céréales pluviales, peuvent se traduire aussi par une dégradation des sols et de la diversité végétale, induisant une baisse de fertilité et de productivité bien en deçà de son niveau initial.

Exploitation minière des forêts sèches

Dans une grande partie des zones sèches, l'exploitation du bois pour la consommation domestique en énergie est encore largement généralisée, à défaut d'autres sources d'énergies fossiles ou renouvelables. La coupe de bois dans les bassins urbains, grands consommateurs de bois ou de charbon de bois, à défaut d'un plan d'aménagement et de gestion, conduit à la dégradation de vastes espaces sylvo-pastoraux. Combinées aux sécheresses successives de 1973 et 1984, ces pratiques ont engendré la disparition de la brousse tigrée (végétation concentrée naturellement en bandes perpendiculaires à la pente), caractéristique des plateaux cuirassés des abords de Niamey (Niger). Ces espaces sont alors devenus de grands impluviums dépourvus de végétation, aux sols encroûtés accélérant l'érosion et le ruissellement vers les vallées en aval. Sans mesures de gestion accompagnant des travaux coûteux de réhabilitation de ces écosystèmes, il est difficile de valoriser ces terres dégradées.

Pâturage des parcours naturels par l'élevage extensif

Dans les écosystèmes semi-arides dans lesquels la période de végétation est de courte durée, le bétail à la pâture engendre trois processus plus ou moins concomitants : le broutage, le piétinement et le dépôt des excréments fécaux et urinaires. En outre, le bétail contribue aux échanges gazeux et thermiques (respiration, émissions entériques, etc.). Le mode de pâturage est déterminant. En effet, il peut, selon son intensité et son rythme, soit aggraver la dégradation des terres, soit, au contraire, améliorer la performance des fonctions de l'écosystème et le renouvellement des ressources naturelles. Les impacts du mode de pâturage dépendent fortement de la saison et, dans une moindre mesure, du relief et de la texture du sol. Seul le broutage en saison des pluies affecte la production végétale herbacée



à court terme, dans un sens positif ou non, selon sa fréquence, la charge animale (animaux/hectare) et le calendrier de pâture. La pâture en saison sèche permet le recyclage *in situ* d'au moins deux tiers de la masse fourragère herbacée par le piétinement auquel s'ajoutent les urines et fèces déposées par les animaux au cours de la pâture. Elle a ainsi un effet très positif sur le stockage de carbone et sur la fertilité des sols, pouvant contribuer à un bilan neutre en carbone.

Aménagements hydroagricoles dans les zones humides

Il existe une convention internationale pour protéger les zones humides dans le monde, la convention Ramsar⁶. Elle définit ces zones comme des étendues saturées d'eau ou inondées, temporairement ou en permanence. Au sein des milieux arides, semi-arides et subhumides secs, les zones humides intérieures comprennent les aquifères, les lacs, les cours d'eau (permanents ou temporaires) et les plaines d'inondation ; les zones humides côtières comprennent les littoraux, les estuaires, les lagunes et lagons. Partout dans le monde, elles sont une source d'eau douce, leur capacité de stockage de l'eau (par absorption de l'eau des pluies et atténuation de l'impact des crues) fait rempart à la sécheresse. Ces zones humides ont une fonction nourricière pour de nombreux êtres vivants. Elles permettent par exemple la culture du riz, la pêche ou l'aquaculture. Elles sont ainsi un réservoir de biodiversité et de plantes dont les humains peuvent faire des usages multiples (plantes médicinales, bois de construction, fourrage pour les animaux, etc.). Cette biodiversité constitue également un puits de carbone atmosphérique participant à diminuer les émissions de gaz à effet de serre et atténuer le changement climatique.

Les aménagements hydroagricoles destinés au développement de l'irrigation agricole dans les zones sèches ont pour effet non intentionnel de faire disparaître toute la complexité hydrologique et écologique de ces zones. L'usage de l'eau pour l'irrigation peut faire disparaître la vocation multi-usage et multiressource de ces aménagements. Par exemple, au Maroc, l'itinérance des

6. <https://www.ramsar.org/fr>.

périmètres aménagés et l'irrigation épuisent la ressource en eau. En Afrique de l'Ouest, cet usage de l'eau conduit souvent à la salinisation des nappes phréatiques. L'aménagement d'espaces à l'amont de ces périmètres peut conduire à l'assèchement, comme en Ouzbékistan avec la mer d'Aral, où une partie des fleuves qui l'alimentent ont été détournés.

Cette spécialisation de l'usage est l'apanage de pratiques agricoles intensives (monoculture, mécanisation, fertilisants chimiques, arrachage des arbres, etc.) dont la rentabilité est souvent surestimée et peu durable, du fait de l'excès de prélèvement de l'eau, de la pollution des sols et des nappes phréatiques, de la déforestation et de l'effondrement des prix des produits concernés (p. ex. le coton). Ainsi, au Niger, dans la vallée sèche du Goulbi de Maradi, il a été montré que certains ouvrages qui captent la nappe alluviale dans des parcelles irriguées présentent des concentrations élevées en potassium, fluor et calcium, en raison de l'utilisation d'engrais chimiques (NPK).

Pollution des sols et dégradation de la ressource en eau

L'installation et le fonctionnement de mines industrielles ou de chantiers artisanaux dans les milieux arides, semi-arides, subhumides ou secs entraînent généralement des dégradations majeures des sols, par l'arasement des couches de surface et le charriage d'importants volumes de terre et de roche. Par ailleurs, l'exploitation minière est fortement consommatrice d'eau pour le traitement du minerai ou du fait de pompages intensifs nécessaires à l'abaissement des nappes pour l'extraction en zone noyée. Qu'il s'agisse de nappes phréatiques peu réalimentées ou de nappes fossiles non renouvelées, cela peut conduire au manque d'eau, avec pour conséquence le déplacement des populations (p. ex. exploitation du cuivre en région d'Atacama au Chili). Au-delà de cette dégradation physique des sols et de l'impact sur la ressource en eau, l'activité minière peut s'accompagner de pollutions chimiques des sols et des eaux. Elles sont dues essentiellement à la lixiviation des terrils et aux produits de traitement des minerais (p. ex. pollution par le cyanure et le mercure sur le site d'orpaillage de Komabangou, Liptako, Niger). La restauration de ces espaces remaniés et pollués présente des coûts très importants.



Enfin, les cultures maraîchères irriguées sont le plus souvent très consommatrices de fertilisants et pesticides chimiques, souvent non homologués et interdits, qui polluent les nappes phréatiques alimentant en eau potable villages et villes. La pollution des vallées sèches de la région de Maradi au Niger en est un exemple.

Par ailleurs, on constate une trop faible implication des usagers dans la gestion locale de l'environnement, particulièrement au nord et au sud du Sahara. En effet, la plupart des pays ont été influencés par des modèles de gestion centralisés des ressources naturelles, définis et mis en œuvre par l'État et ses services, sans prise en compte véritable des usagers et habitants de ces territoires. Alors que la responsabilité de gestion des ressources naturelles dans les zones exposées à la désertification est un élément récurrent, les populations rurales sont restées trop longtemps en dehors de la conception des mesures de gestion et de préservation des ressources naturelles. Jusqu'à la fin des années 1990, leur relation avec l'administration de l'Environnement était faite d'une grande défiance, cette dernière étant perçue comme répressive du monde rural. C'est en particulier à la suite des grandes sécheresses sahéliennes des années 1970-1980 que les approches de lutte contre la désertification ont intégré la participation des populations à la gestion de leurs terroirs.

COMMENT LES INSTITUTIONS ÉCONOMIQUES ET FONCIÈRES PEUVENT-ELLES FAVORISER LA DÉSERTIFICATION ?

Charline Rangé, Patrice Burger, Jean-Michel Salles

Les analyses des causes de la désertification soulignent régulièrement qu'un facteur central réside dans les usages non durables des terres. Derrière cette appellation policée, on trouve une multiplicité de dynamiques, involontaires ou délibérées, qui conduisent des éleveurs ou des paysans à développer leurs activités au-delà des capacités des milieux. Sans revenir sur la critique, développée plus haut, de l'indexation des pratiques paysannes comme « mauvaises pratiques » par les puissances coloniales dans le passé ou des autorités nationales souhaitant

légitimer leurs politiques de contrôle des populations jusqu'à aujourd'hui, il est raisonnable de penser que des paysans ou des éleveurs ayant une expérience profonde et longue des milieux ne choisissent pas délibérément des pratiques non durables. On doit donc s'interroger sur les circonstances et conditions qui les conduisent à le faire.

Le phénomène général désigné comme désertification renvoie à une diversité de situations selon l'histoire et les contextes. Il serait méprisant et peu crédible de considérer que les acteurs locaux sont « irrationnels ». Les comportements observés dans chaque situation correspondent généralement à des rationalités socialement et historiquement situées, et on peut donc analyser ces pratiques comme la combinaison, d'une part, de stratégies socioéconomiques d'acteurs aux ressources, logiques et intérêts multiples et distincts et, d'autre part, d'institutions (au sens des « règles du jeu »), notamment liées au foncier, mais pas seulement.

Pour comprendre les situations de désertification, il apparaît ainsi nécessaire de considérer :

- l'accès inégal aux ressources (terres et ressources naturelles, travail, capital) et au pouvoir de décision, et l'économie politique de ces inégalités (et donc penser le rôle du marché, de l'État et de l'aide internationale) ;
- les flux économiques entre les territoires ruraux et les villes, et les migrations notamment internes ou saisonnières ;
- la diversification des économies au-delà des seules activités liées aux ressources naturelles ;
- la précarité de l'existence et des modes de vie, dans des contextes où l'État s'avère trop faible pour assurer ses fonctions de sécurité sociale, et qui peut conduire les usagers à adopter des solutions de court terme.

Le foncier renvoie à une diversité d'usages des terres et des ressources naturelles, permise par la combinaison de prérogatives individuelles et de régulations collectives, et reposant sur une diversité de modes d'accès. Il s'agit rarement d'un droit de propriété privé au sens juridique occidental, mais plutôt d'une pluralité de droits d'usage et de contrôle, individuels et collectifs, qui se sont superposés dans l'espace et dans le temps.



Produits de l'histoire longue du peuplement et des pouvoirs, les droits fonciers sont le plus souvent indexés sur les identités. Enfin, les pratiques foncières puisent dans une pluralité d'institutions et de registres de normes (coutumiers, religieux, légal, projets de développement et de conservation, etc.).

Sans avoir la prétention de dresser une typologie exhaustive, on peut mettre en évidence différentes configurations foncières et socioéconomiques menant à la désertification dans certains contextes.

L'absence d'incitations économiques à investir dans la terre

Les pratiques de mise en valeur durables qui exigent des investissements matériels ou en travail sont délaissées du fait d'un manque d'incitation économique. L'absence de politique volontariste de soutien aux agricultures familiales est ici déterminante, avec pour conséquence que les populations concernées ont plus intérêt à migrer qu'à investir dans la terre. Un exemple de cette configuration a été étudié dans les monts Mandara, dans le Nord Cameroun, où plusieurs facteurs concourent depuis les années 1970 au délaissement des pratiques antiérosives, avec l'émigration de la main-d'œuvre masculine.

Les blocages fonciers et l'insécurité foncière

La capacité et l'intérêt des usagers à mettre en œuvre des pratiques assurant la conservation des sols sont liés directement à la sécurité foncière, qui ne peut être associée à un type particulier de propriété (publique, collective ou privée), mais relève d'une question de confiance et donc d'institutions en mesure de garantir les droits fonciers.

L'incapacité des usagers à prévenir la dégradation des terres peut aussi résulter de situations d'inadéquation entre la distribution (inégaie) des terres, héritée de l'histoire, d'une part, et l'évolution des rapports sociaux autour du travail et du capital, d'autre part. Cette incapacité est alors d'autant plus forte dans les contextes où les politiques foncières et les rapports clientélistes entre l'État et les sociétés locales tendent à insécuriser les prêts ou les locations de terres. C'est le cas, par exemple, des ouadis (ou wadis) du Kanem au Tchad.

Des interventions étatiques pouvant mettre à mal les systèmes locaux de régulation

Les interventions de l'État, qu'elles renvoient à des stratégies volontaristes de développement ou à des tentatives de redéfinir les modes de gouvernance, légitiment de nouveaux droits fonciers pour de nouveaux acteurs qui peuvent dès lors s'affranchir des systèmes locaux de régulation foncière. On peut citer ici le cas des ouvrages d'hydraulique pastorale où l'accès à l'eau est public et qui, en accroissant la disponibilité de l'eau, ont conduit au surpâturage et remis en cause les régulations instaurées par le système pastoral sahélien historique.

Des situations d'accaparement des ressources *via* les situations d'accès sans droit ou les marchés fonciers

Certains acteurs, nationaux ou internationaux, peuvent se trouver en capacité de s'affranchir des systèmes locaux de régulation foncière du fait de leur insertion dans les réseaux du pouvoir et/ou du recours à la violence. Ils peuvent aussi s'appropriier les ressources jusqu'alors en accès partagé en passant par de multiples formes d'appropriation légitimées par les autorités foncières. On peut mentionner certains accaparements — y compris de la part des États — ou le développement de ranchs privés dans les zones pastorales sahéliennes, pour lesquels certaines analyses tendent à montrer qu'ils aboutissent à une productivité plus faible et à une moindre résilience face aux aléas.

Des ressources créées par la technique et non encore régulées

Il arrive que de nouvelles techniques permettent d'accéder à des ressources jusqu'alors non utilisées et sur lesquelles il n'existait pas de système de régulation. Cela crée des situations d'accès libre pour ceux qui disposent des moyens pour mettre en œuvre la technique en question. Ces situations peuvent ensuite être entretenues par les représentants de l'État, dans des logiques de clientélisme politique. On pense par exemple ici aux investissements dans les oasis qui, en permettant une exploitation plus rapide des nappes d'eau, abaissent leur niveau et rendent les formes de mise en valeur gravitaires traditionnelles et régulées plus difficiles ou impossibles.



Une défaillance des dispositifs de régulation créant des situations de rente

Ces situations sont largement décrites à propos des ressources forestières, aussi bien dans le cas d'une gestion publique que d'une gestion dite communautaire des ressources. En l'absence d'un système de surveillance et de redevabilité adapté, les interdictions légales créent des situations de rente pour ceux chargés de les faire respecter (agents forestiers, membres des comités de gestion, etc.), au détriment des objectifs de préservation de la ressource. Ces pratiques alimentent les inégalités d'accès et créent de fortes disparités territoriales entre les espaces où les régulations sont effectives et ceux où elles ne le sont pas.

Les évictions foncières

Les évictions foncières, provoquées par les projets de développement ou de conservation à forte emprise sur les terres, représentent le cas le plus emblématique des problèmes posés par des stratégies de développement privilégiant le court terme pour attirer des capitaux. En effet, l'affectation de vastes espaces à des projets d'agrobusiness ou de conservation contraint ceux qui y vivaient à se replier sur des espaces réduits et à y surexploiter les ressources dans une logique de survie. On pense ici au développement de grands projets d'agriculture plus industrielle qui visent une bonne rentabilité financière pour les investisseurs, au détriment des organisations économiques et sociales locales, mais aussi des aires protégées.

Ainsi notre analyse fait écho au constat établi par Adeel *et al.* (2005), dans la synthèse sur la désertification de l'*Évaluation des écosystèmes pour le millénaire* : « Les principales causes de la dégradation des terres sont des politiques menant à une utilisation non durable des ressources et le manque d'infrastructures de soutien. Inversement, ceci souligne l'importance d'intervenir au niveau des politiques et des infrastructures publiques. » Derrière ce vœu très général, sans doute politiquement négocié, et au-delà de la diversité des situations et de leurs causes, on peut essayer de distinguer les cas selon que les causes sont d'abord endogènes ou exogènes. Dans le premier cas, l'enjeu des politiques publiques est d'aider les populations à s'adapter et réagir, sur la base d'une

connaissance fine des capacités et intérêts des différents acteurs. Il faut cependant éviter de considérer que les solutions viendraient uniquement de l'aide internationale, là où la réponse réside d'abord dans la construction de consensus sociaux à l'échelle des territoires. Cela suppose de reconnaître une autorité foncière et un pouvoir de décision aux institutions locales. Dans le second cas, il s'agit de se demander comment les arbitrages politiques définissent les priorités, et quels sont les intérêts sous-jacents.

QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES DE LA DÉSSERTIFICATION SUR LES SERVICES RENDUS PAR LES SOLS ?

Jean-Luc Chotte, Jean Albergel, Thierry Heulin, Hélène Soubelet

Les sols constituent un capital naturel inestimable. Sur la terre, tous les êtres vivants, dont l'homme fait partie, dépendent des sols. Des sols fonctionnels sont à l'origine de nombreux services écosystémiques. Abritant environ 25 % de la biodiversité mondiale, ils sont le lieu d'interactions entre une multitude d'organismes (bactéries, champignons, protozoaires, vers de terre, racines des plantes...). Ces chaînes trophiques sont à la base de la production de biomasse, des grands cycles biogéochimiques. Ils participent à l'atténuation du changement climatique, à l'épuration de l'air, de l'eau, à la fourniture de molécules innovantes pour la santé humaine. On distingue ainsi :

- les services d'approvisionnement, c'est-à-dire la production agricole, la fourniture de bois, de fourrages et d'eau potable ;
 - les services de régulation du climat et du cycle de l'eau (infiltration, purification, tampon contre les inondations) ;
 - les services culturels (les espaces récréatifs, les espaces religieux comme les forêts sacrées) ;
 - les services de support qui permettent aux écosystèmes de fonctionner (cycle du carbone, des nutriments, de l'eau, biodiversité).
- La désertification, associée à la dégradation de nombreuses fonctions écologiques et à la forte diminution du couvert végétal, se traduit par une perte des services écosystémiques. Par exemple, la désertification est accompagnée d'une dégradation des sols, qui se



produit lorsque leur structure, leur teneur en matière organique et en nutriments ainsi que leur capacité de rétention d'eau sont altérées. Cette réduction de leur capacité à retenir l'eau les rend moins productifs pour l'agriculture et plus sensibles à l'érosion.

Le service de production agricole

Les systèmes agricoles des zones sèches, en Afrique subsaharienne en particulier, intègrent très souvent la production végétale et animale. Le mil, le sorgho, le maïs et le fonio y sont les principales céréales. Les légumineuses comme le niébé et l'arachide sont à la fois des cultures de subsistance et de rente, le grain et les fanes (feuilles) pouvant être vendus. Les résidus de culture laissés dans les champs peuvent être pâturés par les animaux domestiques divaguant en saison sèche. Ils stimulent l'activité biologique des sols et améliorent ainsi leur structure. Ces résidus peuvent aussi être compostés et ensuite être épandus au champ pour améliorer la fertilité. Les productivités du bétail, des parcours et des terres cultivées sont ainsi inextricablement liées. En l'absence d'engrais minéraux, la productivité primaire repose presque exclusivement sur les ressources naturelles et la fertilité des sols. Pour cette raison, produire plus est souvent synonyme d'appauvrissement de ces ressources, conduisant à la dégradation des terres qui engendre, dans une boucle non vertueuse, une baisse de productivité. Le maintien d'un équilibre entre la production de denrées alimentaires et d'aliments pour animaux, les apports et les sorties de nutriments est essentiel à la productivité durable des terres et à la lutte contre leur dégradation. Cet équilibre est d'autant plus crucial pour satisfaire les besoins d'une population croissante.

Le service de régulation du climat

Les régions sèches qui représentent environ 47 % des surfaces terrestres ont une particularité. Leurs sols sont pauvres en carbone organique présent sous la forme de feuilles, de résidus de culture, de racines plus ou moins décomposées et d'organismes. De plus, lors d'épisodes pluvieux, ces matières organiques sont rapidement minéralisées. Cependant, ces sols sont aussi très riches en carbone inorganique, présent sous la forme de carbonates. En effet, si on estime que les stocks de carbone organique des sols de ces régions représentent 15 % des stocks mondiaux, ces mêmes sols

concentrent près de 97 % des stocks de carbone inorganique. Dans ces régions, les quantités de carbone inorganique peuvent être de 2 à 10 fois supérieures au stock de carbone organique. La dynamique de ces deux formes de carbone est fortement influencée par l'usage des sols, la température, la concentration en CO₂ de l'atmosphère. Les sols des régions sèches peuvent donc être à la fois des sources de CO₂ ou des puits de CO₂. Ils ont par conséquent un fort pouvoir régulateur du climat.

On estime que la désertification a conduit à une perte de près de 12 % du stock de carbone organique. Toutefois, des pratiques adaptées de gestion pourraient permettre de stocker (séquestrer) à nouveau plus des deux tiers de ces pertes. Si la recherche a documenté de façon très détaillée la dynamique du carbone organique dans ces sols, ce n'est que plus récemment qu'elle s'est intéressée à la dynamique du carbone inorganique, dont les processus sont régis par des équilibres chimiques et influencés par les pratiques agricoles (irrigation, fertilisation). C'est un enjeu de recherche.

Les services de support et de fonctionnement des écosystèmes

La structure physique du sol

La désertification entraîne également une dégradation des sols, qui se produit lorsque leur structure, leur teneur en matière organique et en nutriments ainsi que leur capacité de rétention d'eau sont altérées. La dégradation des sols peut réduire leur capacité à retenir l'eau, ce qui les rend moins productifs pour l'agriculture et plus sensibles à l'érosion.

L'érosion hydrique et éolienne des sols

La désertification peut entraîner une augmentation de l'érosion des sols, le vent et l'eau étant capables de décaper plus facilement la couche superficielle, arable et fertile. Il en résulte une baisse de la productivité des sols et une capacité réduite à soutenir la croissance des plantes et l'agriculture.

Le cycle de l'eau

Les sols des zones désertifiées ont souvent une capacité de rétention d'eau réduite, ce qui peut entraîner une diminution de la disponibilité de l'eau pour les cultures et la végétation spontanée.



Les sols nus développent une pellicule imperméable par battance et l'augmentation du ruissellement qui en résulte peut être à l'origine d'inondations. C'est l'origine de ce que certains auteurs ont appelé « le paradoxe sahélien » : en effet, on a observé des écoulements très importants dans les mares lors des périodes de sécheresse. Les sols désertifiés perdent de leur pouvoir de filtration et de purification de l'eau.

La biodiversité aérienne et souterraine

De la même façon que la diminution de la biomasse du couvert végétal a des conséquences sur la teneur des sols en matière organique, la diminution de la biodiversité a également des conséquences sur celle des micro- et macroorganismes des sols. Cette perte de biodiversité dans les sols a des conséquences sur les fonctions écosystémiques et aggrave la perte de services comme la fertilité des sols, la détoxification des sols, le recyclage des nutriments et de la matière organique, la fourniture de molécules innovantes pour la santé humaine.

QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES DE LA DÉSERTIFICATION SUR LA BIODIVERSITÉ ?

Hélène Soubelet, Patrice Burger, Antoine Cornet, Jean-Luc Chotte

Les zones sèches sont caractérisées par une diversité spécifique plus faible que celle rencontrée dans les milieux humides. Cependant, le taux d'endémisme y est particulièrement élevé. La variabilité climatique et la diversité des sols ont contribué à façonner, au cours du temps, des biomes particuliers comme les oasis. Dans ces biomes, où les espèces se sont adaptées à ces conditions particulières, la diversité génétique est très importante. Ils représentent ainsi un réservoir génétique à l'appui des stratégies d'adaptation et de subsistance face aux changements environnementaux.

La Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) considère la lutte contre la dégradation des terres comme prioritaire pour protéger la biodiversité et les services écosystémiques

fondamentaux. Dans les zones sèches, cela garantirait non seulement l'avenir des écosystèmes, mais aussi le développement durable des sociétés humaines qui en dépendent étroitement.

L'OASIS : UN RÉSERVOIR D'AGROBIODIVERSITÉ

Basés sur le principe de l'agroforesterie, trois étages de végétaux composent une oasis : des palmiers-dattiers sous lesquels on trouve des arbres fruitiers (abricotiers, grenadiers...), avec à l'étage inférieur des cultures maraîchères ou fourragères. Cette organisation en trois strates est à la fois une réponse à la gestion des ressources naturelles (eau, sol), à l'adaptation au climat (diminution de la température, conservation de l'humidité du sol), et à la sécurité alimentaire des populations des zones sèches. Le système oasien est une source de revenus, constituant par là un « pôle économique » qui participe à la fixation des populations. Ainsi organisées, les oasis représentent un formidable réservoir d'agrobiodiversité d'espèces locales indispensables pour l'adaptation au changement climatique. Elles sont cependant sous la pression de mauvais usages (transformation en culture pérenne de dattier) et d'une raréfaction de la ressource en eau.

Le processus de désertification ne conduit pas à l'évolution des écosystèmes concernés vers un désert au sens écosystémique, mais vers un désert au sens écologique avec une perte globale de biodiversité, de fonctionnalités, de services écosystémiques (capacité de la zone à produire de la biomasse, à retenir l'eau, à être fertile, etc.). Les scientifiques parlent d'« homogénéisation biotique », c'est-à-dire la perte de diversité génétique (les gènes), spécifique (les espèces), fonctionnelle (les interactions entre les espèces), écosystémique (les écosystèmes), paysagère (les paysages), conduisant à un désert écologique, avec très peu de vie, très peu d'interactions.

Ainsi, les conséquences de la désertification sur la biodiversité peuvent :

- être observées *via* la diminution des espèces vivantes (raréfaction ou effondrement des espèces animales, perte de population). Dans un contexte de changement climatique et d'augmentation des



pressions anthropiques, les risques d'extinction devraient varier entre les régions de 5 à près de 25 %, en fonction des espèces endémiques à faible aire de répartition ou de la vulnérabilité des écosystèmes. Certaines projections pour 2090 avancent une multiplication par 18 des taux d'extinction estimés par rapport aux taux d'extinction naturels, sans influence humaine ;

- s'exprimer par la transformation des écosystèmes (sols nus, diminution de la couverture végétale...). La désertification contribue à l'émission et au transport à longue distance de particules minérales fines, ce qui peut nuire aux écosystèmes allant des basses terres aux glaciers de montagne ;

- être caractérisées *via* la perte de services écosystémiques (perte de fertilité des sols, perte de la capacité à disperser les graines, moindre productivité des écosystèmes, extinctions d'espèces chassées, cueillies, récoltées, diminution du stock de carbone des sols), avec des effets contrastés. Par exemple, la productivité primaire nette des écosystèmes pourrait être à la fois réduite par un climat plus chaud et plus sec et augmentée par la hausse des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère. De cette manière, la couverture végétale ligneuse, en particulier dans les régions sèches, pourrait s'accroître.

Depuis 1988, l'indice de la Liste rouge des espèces menacées (UICN) montre que les menaces relatives aux oiseaux migrateurs augmentent. En 2008, plus de la moitié des populations d'espèces d'oiseaux migrateurs étaient en déclin, en particulier les rapaces avec des états de conservation défavorables, dont 51 % des espèces d'Afrique-Eurasie et 33 % des espèces d'Asie centrale, du Sud et de l'Est. Les évaluations régionales de l'IPBES en 2018 montrent qu'un des facteurs explicatifs est le déclin de l'étendue et de l'état de leur habitat dans les zones où elles ne se reproduisent pas, notamment dans les zones sèches de l'Afrique tropicale.

Les mammifères sauvages ne sont pas épargnés. Par exemple, dans les zones protégées de Siwa (Égypte du Nord-Ouest), 28 mammifères sauvages ont été recensés et, parmi eux, 7 espèces rares sont menacées d'extinction (le guépard, l'hyène rayée, la gazelle égyptienne, la gazelle blanche, le renard roux, le chat

LES MICROORGANISMES DU SOL PAS TOUS ÉGAUX FACE À LA SÈCHERESSE (UNE ÉTUDE AU TIBET)

En 2015, 15,1 % de la superficie totale du plateau tibétain étaient dégradés, ce qui représente 392 900 km². Il existe donc un grand enjeu de restauration dans cette zone et les études sur les réponses de la biodiversité peuvent apporter des solutions pour la restauration des prairies désertiques dégradées. Des études ont ainsi montré que le degré de désertification dans les prairies alpines au Pakistan pouvait avoir pour indicateur l'inversion de la succession écologique végétale et la perte des propriétés physiques du sol. Elles ont aussi démontré que plus le nombre d'espèces était important, plus l'écosystème avait la capacité de résister à la désertification et, enfin, que les communautés fongiques résistaient mieux à la sécheresse que les communautés bactériennes en raison de leur plus grande capacité à capter l'eau grâce à leur réseau mycorhizien.

sauvage et le fennec). Le guépard d'Afrique du Nord-Est est actuellement éteint à l'état sauvage en Égypte et en Libye.

La désertification affecte les sols de différentes façons, par érosion hydrique, érosion éolienne, salinisation, modification des ressources en eau, compactage, perte de matière organique. Ces processus entraînent une perte de l'intégrité biologique de l'écosystème sol, avec la dégradation des caractéristiques structurales et fonctionnelles, ainsi que la détérioration des communautés biologiques. La désertification peut réduire la production végétale et donc les rendements agricoles. Les communautés bactériennes et fongiques du sol sont diversement affectées par la désertification et leurs réponses dépendent beaucoup des types de végétation en place et des conditions climatiques.



QUELLES SONT LES INTERACTIONS ENTRE LA DÉSERTIFICATION ET LES RESSOURCES EN EAU ?

Jean Albergel, Yves Travi, Christian Leduc

La désertification et les ressources en eau sont étroitement liées, souvent de manière évidente, mais parfois aussi avec des interactions complexes, voire surprenantes, notamment lorsqu'il s'agit d'eaux souterraines. Il existe ainsi, dans le monde, des régions touchées par la désertification où l'eau souterraine est abondante, comme dans le Sahara ou le nord-ouest de la Chine. La relation entre désertification et ressources en eau doit donc généralement être abordée simultanément selon plusieurs échelles de temps et d'espace. Les modifications de l'utilisation des terres et du couvert végétal, la dégradation des sols et les changements climatiques ont des répercussions importantes et rapides sur la disponibilité et la qualité de l'eau de surface. L'impact sur les eaux souterraines peut être plus lent et progressif, mais perdurer bien au-delà du retour à des conditions plus clémentes en surface. Réciproquement, la détérioration, naturelle ou anthropique, de la ressource en eau en quantité et en qualité a une influence sur les couverts végétaux et sur les sols, et peut exacerber la désertification.

Impacts de la désertification sur les eaux de surface

La réduction du couvert végétal et l'imperméabilisation des sols nus modifient la répartition entre évaporation, infiltration et ruissellement, le plus souvent en faveur du ruissellement rapide. L'augmentation du ruissellement et de l'érosion sur les versants, la sédimentation des matériaux érodés dans les cours d'eau et les bas-fonds, éventuellement renforcées par l'érosion et le transport éoliens, vont significativement affecter la géomorphologie locale et modifier la répartition de l'eau dans l'ensemble du paysage. L'infiltration diminuant sur les versants, la recharge diffuse des nappes est alors localement amoindrie. Au-delà de ces modifications purement physiques, les pratiques agricoles et l'activité biologique dans le sol, souvent liées, ont également une très grande influence sur la distribution de l'eau à la surface et dans le sol ; le tout va évoluer conjointement lors de la désertification.

Des interactions complexes avec les eaux souterraines

Lorsque des fortes quantités d'eau ruisselée peuvent s'accumuler dans les points bas de la topographie (p. ex. des mares⁷), elles augmentent la recharge concentrée. L'impact de la désertification sur le bilan hydrique régional peut alors augmenter la ressource en eau souterraine, comme dans le cas de la hausse spectaculaire de la nappe dans les environs de Niamey (Niger). Ce « paradoxe sahélien » est notamment dû à l'extension des champs cultivés aux dépens de la végétation naturelle. Cette évolution a induit une hausse considérable du ruissellement sur les versants et son accumulation dans les bas-fonds, avec une forte infiltration vers le souterrain, y compris durant les décennies 1970 et 1980 de grande sécheresse. La recharge des nappes y est environ dix fois plus forte que ce qu'elle était dans les années 1960. En parallèle, on peut citer d'autres cas de hausse des ressources en eau en zones sèches, qui ont une origine totalement différente. Il s'agit le plus souvent de la conséquence de transferts d'eau pour l'irrigation ou l'eau potable (horizontaux depuis d'autres régions, verticaux depuis des aquifères profonds) qui vont interagir, positivement ou négativement, avec la désertification.

La hausse des eaux souterraines n'est pas toujours une bonne nouvelle. Lorsqu'elle est due à une plus forte infiltration de la pluie, celle-ci lessive la zone non saturée où se sont accumulés depuis des centaines ou des milliers d'années les sels apportés par la pluie et le vent. Cette recharge plus forte va alors augmenter la salinité de la nappe phréatique et des rivières qui la drainent, comme dans l'énorme bassin Murray-Darling en Australie. Cette eau plus minéralisée, moins facilement utilisable par la végétation et les hommes, peut devenir un facteur aggravant la désertification. Par ailleurs, une nappe phréatique se rapprochant de la surface du sol devient plus sensible à l'évaporation, avec ses conséquences de minéralisation accrue de l'eau et de salinisation des sols, jusqu'à les rendre stériles. C'est le cas des oasis de Ouargla et El Oued, dans le sud-est algérien, où l'augmentation des rejets urbains et agricoles, conséquence de l'exploitation

7. Voir chapitre 2 « Quelles sont les conséquences de la désertification sur les services rendus par les sols ? ».



incontrôlée des nappes profondes, a contribué à faire de ces oasis de vastes « marais salés ». Les deux villes, situées au fond de dépressions dépourvues d'exutoire où la nappe phréatique est souvent à fleur de sol, ont vu s'étendre les zones stérilisées par le sel et les envahir.

Désertification et ressource en eau

La diminution de la ressource en eau, naturellement (moins pluie et/ou ruissellement accru) ou artificiellement (p. ex. pompage important en nappe phréatique), peut aussi conduire à la désertification ou l'accentuer. La moindre disponibilité de l'eau pour le système racinaire des arbres et arbustes est un point évident, mais d'autres conséquences viendront d'une moindre alimentation des cours d'eau par les nappes riveraines déprimées, en flux et durée. Ainsi, outre la détérioration quantitative, les rivières et plans d'eau sont aussi exposés à des risques qualitatifs : d'une part, l'augmentation du transport des matériaux d'érosion vient combler les barrages et/ou engraisser les berges aval des fleuves ; d'autre part, l'insuffisante dilution des pollutions et l'altération physicochimique (p. ex. température, teneur en oxygène) risquent d'augmenter la minéralisation des eaux de surface, qui ne correspondront plus aux besoins des écosystèmes et des activités humaines. Lorsque la ressource en eau se fait plus rare, la concurrence s'exacerbe entre les différents utilisateurs (agriculture, eau potable, industries notamment). La première victime est généralement la demande environnementale en eau, moins défendue car considérée, à tort, comme moins prioritaire. La préservation des zones humides devient, dans ces situations, encore plus difficile alors qu'elles ont une importance hydrologique (tampon des inondations, équilibre avec les nappes) et biologique (préservation de la biodiversité) majeure.

La multiplicité et la complexité des interactions entre désertification et ressources en eau soulignent l'importance de considérer l'intégralité des composantes et forces en jeu, humaines, biophysiques et techniques. Les approches trop parcellaires sont parfois totalement contre-productives ; le plus souvent, elles ne font que déplacer les problèmes au lieu de les résoudre. Menée dans une perspective holistique, l'utilisation durable de toutes les ressources (terre, eau, biodiversité) est le seul moyen de lutter efficacement contre la désertification.

QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES DE LA DÉSERTIFICATION SUR L'ATMOSPHÈRE ET LE CLIMAT ?

*Arona Diedhiou, Pierre Hiernaux, Jean-Luc Chotte,
Luc Descroix, Benjamin Sultan, Gilles Boulet, Yves Trambly*

Températures, humidité atmosphérique, pluies et orages

L'albédo est une mesure de la réflexion de la lumière solaire par une surface. Les surfaces sombres ont un albédo faible. Cela signifie qu'elles absorbent plus d'énergie solaire et se réchauffent plus rapidement. Les surfaces claires ont un albédo élevé, ce qui signifie qu'elles reflètent davantage d'énergie solaire. L'albédo d'un sol non végétalisé et dépourvu de neige varie de 0,1 à 0,6 (10 à 60 %), tandis que l'albédo des terres entièrement boisées varie de 0,08 à 0,15. Ainsi, la désertification par la réduction du couvert végétal au profit du sol dénudé souvent de couleur très claire entraîne une augmentation de l'albédo. En conséquence, la température moyenne de surface du sol diminue, entraînant la réduction des flux de chaleur (sensible et latente) émis par la surface. Pour Charney (1975), cette diminution de flux réduirait l'activité des convections atmosphériques génératrices de pluie, et expliquerait une tendance autoamplifiante à la sécheresse et donc une désertification croissante. Cela sera néanmoins démenti par la suite par l'évolution du climat sahélien après les sécheresses des années 1970-1980. Au cours des années 2000, des campagnes de mesure sol-végétation-atmosphère ont été menées sur des sites disposés le long du gradient climatique du projet de recherche international « Analyse multidisciplinaire de la mousson africaine ». Leurs analyses et leur utilisation dans les modèles de la circulation générale ont mis en évidence une forte dépendance des précipitations convectives de la mousson avec les contrastes locaux d'humidité et température du sol associés aux régimes d'humidité des sols dus aux pluies récentes, à la végétation et à la géomorphologie. Cette dépendance très marquée en début de saison des pluies s'atténue au cours de la saison avec l'installation plus générale du couvert végétal.

La dégradation du couvert végétal et des sols due à la désertification réduit la capacité de la terre à retenir l'humidité, ce qui affecte le cycle hydrologique. Moins de végétation signifie



également moins d'évapotranspiration, un processus par lequel l'eau est évaporée à partir du sol et libérée dans l'atmosphère par les plantes. Localement, la réduction d'évapotranspiration contribue à diminuer l'humidité atmosphérique et, à terme, les précipitations. Cependant, à l'échelle des bassins versants, la réduction du couvert végétal exacerbe les contrastes d'humidité et de température du sol, par exemple en réduisant l'infiltration sur un versant au profit du ruissellement et de plus d'humidité dans une plaine ou une mare en aval. Ces contrastes renforcent localement le déclenchement de pluies convectives comme l'ont démontré en 2022 Christopher M. Taylor et ses collègues. L'augmentation de l'intensité des orages convectifs depuis les années 1990 a été démontrée par l'analyse des données de pluie au Sahel, mais aussi en zone soudanienne et guinéenne, confirmant le résultat des modèles globaux. En effet, à l'échelle régionale, le réchauffement climatique se traduit par une augmentation de la teneur en eau de l'atmosphère par davantage d'évapotranspiration. Cette plus grande teneur en eau alimente des orages pas forcément plus fréquents mais plus violents.

Vents et poussières

La désertification affecte la convection atmosphérique, le processus par lequel l'air chaud s'élève et l'air froid descend, une instabilité de l'atmosphère qui est à la base de la formation de nuages et de précipitations. Par ailleurs, l'amplitude de variation des températures diurnes y est très élevée en raison de l'absence de végétation et de l'augmentation de l'albédo, favorisant la formation de zones de haute pression atmosphérique (anticyclones). Ces zones de haute pression vont influencer les systèmes de vents et les régimes de précipitations locaux, contribuant ainsi à des phénomènes météorologiques tels que les tempêtes de sable et les sécheresses.

En effet, les zones désertifiées sont caractérisées par des tempêtes de poussière qui ont des conséquences importantes sur l'atmosphère et le climat régional, en particulier sur le bilan radiatif, la nébulosité, la température et la pluviosité. Lorsque la végétation diminue et que les sols deviennent plus secs, la surface du sol est exposée aux vents. Les tempêtes de poussière se produisent lorsque le vent soulève des particules fines de sol sec et les transporte sur de longues distances. Ces tempêtes de poussière sont plus fréquentes et plus intenses lorsque la couverture végétale est

réduite et que le sol est sec et friable. Une fois que ces tempêtes se produisent, les particules de poussière en suspension dans l'atmosphère réduisent la quantité de rayonnement solaire atteignant la surface terrestre, contribuant au refroidissement de l'air en altitude. Cela inhibe la convection, la formation de nuages et la précipitation, ce qui aggrave la sécheresse et la désertification. Ainsi, il existe une relation étroite entre la désertification, la diminution de la pluviosité et l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes de poussière.

Ces phénomènes sont souvent liés dans un cycle de rétroaction négative, où chacun amplifie les effets de l'autre. Au Sahel, la fréquence des orages de poussière, les spectaculaires *haboubs* qui précèdent les orages convectifs, a nettement augmenté pendant les sécheresses des années 1970 et 1980 qui ont enregistré une forte réduction du couvert végétal. Mais la fréquence de ces orages de poussière a ensuite diminué avec le « reverdissement du Sahel » dans les années 1990. En outre, la désertification a peu d'impact sur les poussières d'origine désertique, comme celles qui proviennent de la grande dépression du Bodélé dans le nord du Tchad et de celle de l'Azaouad dans le nord du Mali, balayées par des vents violents en direction du sud-ouest et qui contribuent aux poussières atmosphériques qui recouvrent périodiquement le Sahel en saisons sèches, et qui, au-delà, apportent minéraux à l'océan Atlantique et jusqu'en Amérique, de l'Amazonie aux plaines du sud des États-Unis. Que ce soient les poussières des *haboubs* sahéliens ou les poussières sahariennes, leur soulèvement alimente une densité d'aérosols en basse atmosphère qui réfléchit une part du rayonnement solaire vers l'atmosphère. Cependant, ces particules de poussière contribuent elles aussi à l'effet de serre par leurs émissions dans l'infrarouge. La réduction du réchauffement de la surface du sol par l'interception du rayonnement solaire par les poussières en suspension ne se traduit donc pas par une réduction de l'effet de serre.

Matière organique des sols et concentration en CO₂ de l'atmosphère

Les sols représentent l'un des principaux réservoirs de carbone. Ils en contiennent deux à trois fois plus que l'atmosphère. Le carbone est stocké dans les sols sous forme de composés organiques issus de la photosynthèse des végétaux. Il existe donc



une relation entre l'abondance de la végétation et la taille de ce réservoir. Toutefois, la nature du sol est l'autre élément qui conditionne cette taille. Ainsi, les sols des régions sèches sont pauvres en matière organique en raison de leur texture très sableuse. Les stocks de ces sols représentent malgré tout près de 30 % des stocks organiques des sols de la planète. Si la dégradation des sols se poursuit à un rythme similaire, on dénombrera près d'un milliard d'hectares (9 750 000 km²) de terres dégradées d'ici à 2030, qui contribueront donc à l'augmentation de la concentration en CO₂ de l'atmosphère, et par conséquent au réchauffement par effet de serre. Les sols des zones sèches sont également très riches en carbone inorganique (carbonates). Documenter l'ampleur de leur contribution à ces émissions de CO₂ est un enjeu de recherche.

La désertification peut donc avoir des conséquences complexes et interconnectées sur l'atmosphère et le climat, notamment sur la pluviosité, en augmentant l'albédo et la fonction source de CO₂ des terres.

QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES DE LA DÉSERTIFICATION ?

Mélanie Requier-Desjardins, Jean-Michel Salles

L'évaluation des coûts de la désertification soulève de multiples difficultés, notamment liées à la définition de la situation à laquelle on compare l'état actuel. On doit, d'une part, s'accorder sur une liste d'impacts liés à la désertification. Cette liste varie avec les territoires considérés et la façon dont ils sont exploités par les sociétés humaines. Il faut, d'autre part, définir ce que sont les coûts économiques qui peuvent concerner les activités productives, résidentielles, voire récréatives, privées ou publiques, repérables en termes monétaires ou pas.

Lors du sommet de Rio en 1992, la première évaluation économique mondiale de la désertification a servi d'argument pour aboutir à la décision de consacrer un traité spécifique à la désertification dans les zones sèches. On pourrait avancer ainsi l'idée

que l'évaluation économique du capital naturel sert la décision et l'action publique en faveur de la durabilité.

En accord avec la définition officielle de la désertification, cette première évaluation se limite aux pays comprenant des régions arides, semi-arides et subhumides sèches. Elle s'appuie sur les résultats d'études localisées (Australie et États-Unis principalement) menées à l'échelle de projets de recherche. Cette évaluation mesure en termes monétaires les pertes de productivité associées à la dégradation des terres, par hectare et pour trois types d'usages principaux des terres que sont : l'agriculture irriguée, l'agriculture pluviale et l'élevage. Elle s'appuie sur une estimation par pays, puis mondiale, des surfaces agricoles irriguées, des surfaces agricoles pluviales et des surfaces en pâturages affectées par la désertification. Les auteurs obtiennent un total de 42 milliards de dollars (au taux de change de l'année 1990) de pertes annuelles liées à la désertification. Dans cette évaluation, on constate que seuls les usages agricoles sont considérés. Les pertes évaluées correspondent ainsi uniquement au service d'approvisionnement pour l'alimentation.

Dans les années 2000, plusieurs évaluations sont conduites à l'échelle nationale, notamment sur le continent africain. Elles intègrent de nouvelles valeurs associées à la désertification des terres : les pertes en bois, en produits forestiers non ligneux, en biodiversité, d'une part, mais aussi des coûts indirects comme l'envasement des barrages lié à l'érosion éolienne voire parfois des coûts sociaux, d'autre part.

En 2005, le *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) impose un nouveau cadre à l'évaluation économique appliquée aux écosystèmes et aux services qu'ils prodigent, celui des services écosystémiques. Ce cadre est notamment utilisé pour la seconde évaluation mondiale de la dégradation des terres, produite en 2016. Il s'agit d'une évaluation qui s'applique cette fois-ci à toute la surface terrestre. Elle s'appuie sur une cartographie des terres, non pas par usage, mais sur la base de l'observation et de la mesure des évolutions des caractéristiques biophysiques, dans les principaux biomes terrestres ou grands écosystèmes. Cela a été rendu possible par l'attribution de valeurs économiques aux principaux



biomes terrestres, en s'appuyant sur plusieurs centaines d'études localisées recensées par l'initiative sur l'évaluation économique des écosystèmes et de la biodiversité (TEEB). En cartographiant les changements de couverts ou le passage d'un biome à un autre, il est donc possible, sur la base de ces valeurs à l'hectare calculées pour chaque biome, d'estimer les pertes économiques relatives à ces changements ou à ces conversions : par exemple, dégradation de couvert, conversion d'un espace naturel à un espace pâturé ou cultivé, ou évolution vers un espace inutilisable pour la production végétale et alimentaire. Cette évaluation prend également en compte la question de la dégradation des espaces utilisés pour l'agriculture et l'élevage. À cet effet, une modélisation bioéconomique spécifique est développée pour les terres sans modification d'usage (ou d'occupation) afin d'estimer la valeur annuelle des pertes de productivité observées. Dans cette évaluation mondiale, préconisée par le *Millennium Ecosystem Assessment*, la valeur totale de la dégradation correspond donc à la somme de ces deux grands modes de calcul et additionne la perte des espaces en évolution et celle des espaces qui conservent des usages agricoles et d'élevage. Les résultats indiquent un coût total annuel de la dégradation des terres s'élevant à 297 milliards USD pour la période 2001-2009. Les pertes liées aux services d'approvisionnement (agriculture et élevage) ne représentent que 38 % de ce montant.

Ainsi, même si les deux évaluations conduites en 1990 puis en 2016 font appel à des cadres conceptuels différents (celui des usages alimentaires dans un cas ; celui des services écosystémiques et de la valeur économique totale de ces services dans l'autre), elles combinent des estimations monétaires à l'hectare avec une évaluation cartographique des surfaces occupées et affectées par la dégradation des terres. Malgré des limites évidentes, liées notamment à l'extrapolation de données locales sur des échelles nationales et mondiales, elles constituent des évaluations objectives des pertes économiques liées à la désertification. Néanmoins, elles se distinguent nettement par une représentation uniquement fondée sur le seul usage alimentaire des terres par opposition à une vision fondée sur la qualité des écosystèmes naturels et cultivés.

Par ailleurs, il est possible de s'appuyer sur les perceptions des acteurs pour mieux comprendre la valeur qu'ils accordent aux différents services non marchands issus des terres. Si, pour les services d'approvisionnement marchands, une approche financière basée sur les variations de production et de productivité induite, et sur les pertes des productions est praticable, pour estimer la valeur des services non marchands liés aux terres, il est nécessaire d'avoir recours à des méthodes plus déclaratives. Une expérience a été menée au Burkina Faso dans une région caractérisée par la mise en œuvre d'aménagements anti-érosifs ou agroécologiques (cordons pierreux, zaï, demi-lunes, gabions, etc.), afin d'estimer la valeur des services non marchands rendus par ces infrastructures, sur la base des perceptions des producteurs. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après. On constate tout d'abord que l'absence d'infrastructure agroécologique (le *business as usual*) engendre une importante perte d'utilité à l'hectare pour les producteurs, estimée à presque une année de revenu minimum (localement). Ce mode de calcul révèle la valeur accordée à ces aménagements. En concertation avec les producteurs locaux, chaque service non marchand prioritaire est évalué monétairement par hectare sur la base de leurs perceptions. La somme des services d'approvisionnement non marchand en eau, en paille supplémentaire pour les animaux, en arbre (pour la biodiversité) et en gain de solidarité locale (l'entraide est indispensable au maintien de ces infrastructures) s'élève à 110 000 FCFA (environ 160 euros) par hectare et par an, soit plus de trois mois de salaire minimum. Pour référence, le salaire minimum mensuel au Burkina Faso en 2020 est de 33 130 FCFA.

De telles évaluations sont des outils importants pour éclairer des décisions de financement d'actions de lutte contre la dégradation des terres, et plus généralement pour porter un plaidoyer chiffré auprès des décideurs publics.



Tableau 1. Illustration des méthodes permettant de donner une valeur aux effets de la dégradation des terres (adapté de Traoré et Requier-Desjardins, 2019).

Service	Mode de calcul	Valeur en francs CFA/an/ha
Gain de récolte	Analyse-coût bénéfiques sur un échantillon représentatif ACA	52 250 (1)
Gain de paille	Méthode des choix expérimentaux Évaluation d'un consentement à payer des producteurs sur base déclarative CAP	27 400
Eau	Méthode des choix expérimentaux Évaluation d'un consentement à payer des producteurs sur base déclarative CAP	36 100
Biodiversité	Méthode des choix expérimentaux Évaluation d'un consentement à payer des producteurs sur base déclarative CAP	16 800
Entraide	Méthode des choix expérimentaux Évaluation d'un consentement à payer des producteurs sur base déclarative CAP	29 700
Total		162 250
Situations sans aménagements (<i>business as usual</i>)		- 330 303

(1) Ce montant a été calculé en multipliant le surplus par le prix moyen des céréales en 2018 ($250 \times 209 = 52\,250$).

ACA : analyse coût-avantages ; CAP : consentement à payer.

VULNÉRABILITÉ DE LA POPULATION ET DÉSERTIFICATION : CAUSES ET CONSÉQUENCES ?

Isabelle Droy, Maud Loireau

Analyser les liens entre la dégradation des terres et la vulnérabilité de la population nécessite une approche qui prenne en compte la complexité des situations, particulièrement autour de trois questions :

1. Quels sont les changements démographiques, socioéconomiques ou environnementaux qui enclenchent les dynamiques de désertification ?

2. Comment la dégradation des terres affecte-t-elle particulièrement les populations rurales et aggrave les inégalités ?
3. Y a-t-il des groupes plus exposés selon leur statut, leur genre, leur âge et leur type de moyens d'existence ?

Des conditions de vie souvent difficiles en zones sèches

Selon le rapport sur le développement humain du PNUD de 2021-2022, une part importante de la population vivant en zones sèches présente un indice de développement humain (IDH) faible. Cet indice tient compte du revenu, de l'espérance de vie et de la durée de scolarisation. De plus, en raison d'une économie encore peu diversifiée, une majorité de la population vit en milieu rural et dépend directement de l'état de l'écosystème et de son capital naturel pour ses moyens d'existence.

Nombre de ces pays ont connu une forte augmentation de leur population au cours du xx^e siècle, en raison d'une baisse de la mortalité infanto-juvénile et d'un taux de natalité qui a décru beaucoup plus progressivement. La transition démographique y est engagée de façon inégale. En Afrique de l'Ouest, malgré l'urbanisation nourrie notamment par l'exode rural, la population rurale continue à croître. Leurs systèmes agricoles et agropastoraux évoluent en conséquence. Ils se diversifient, mais restent souvent peu intensifiés et la jachère est de moins en moins pratiquée ou sur une durée raccourcie faute d'espace, alors qu'elle permet d'entretenir la fertilité des terres. À défaut d'opportunités d'emploi en dehors du secteur rural, l'augmentation de la population notamment provoque une « faim de terres »⁸, qui se traduit par la mise en valeur de terres marginales, souvent plus fragiles, par l'expansion des fronts pionniers quand ils existent encore ou par l'emprise de l'agriculture sur des espaces pastoraux. La pression sur les arbres et arbustes pour le bois et celle sur les pâturages contribuent à la diminution de la couverture végétale. Les sols sont alors plus exposés à l'érosion hydrique ou éolienne. Les conditions de vie de la population se dégradent, accentuant la pauvreté et les crises alimentaires.

8. Voir chapitre 3 « Pourquoi les solutions fondées sur l'agroécologie sont-elles pertinentes ? ».



Faute de formation et d'investissement à des pratiques protégeant les sols (telles que l'agroécologie), le processus de dégradation se poursuit. Ce scénario alimente les arguments de type malthusien, dans lesquels la croissance de la population est confrontée à la limitation des ressources de subsistance, enclenchant des crises économiques, sociales et écologiques, parfois irréversibles.

Cependant, il existe des contre-exemples révélant les capacités d'adaptation des systèmes agraires et des sociétés, même dans un contexte de pauvreté. Dans la région de Maradi au Niger, dans l'État de Kano au Nigeria ou encore dans la région de Machakos au sud du Kenya, la pression démographique a conduit à l'innovation ou l'adoption de techniques agricoles qui augmentent la production agricole tout en protégeant et restaurant les sols. Il est donc nécessaire de dépasser les corrélations simples entre pauvreté / dégradation de l'environnement. Les contextes historique, social, institutionnel, politique et économique sont des éléments à considérer pour bien comprendre ce lien.

Des agricultures familiales soumises à de nombreux chocs

La forme dominante d'organisation de la production reste l'agriculture familiale, caractérisée par des liens organiques entre l'économie domestique de la famille et celle de l'unité de production, ainsi que par la mobilisation effective du travail familial. Le point commun entre les agricultures familiales (qui incluent la production agricole, pastorale et halieutique) est donc la place de la famille dans la gestion de l'activité et la main-d'œuvre mobilisée. En dehors de cette caractéristique commune, les situations sont très contrastées, selon les contextes économiques, agroécologiques et institutionnels, mais aussi selon les structures de parenté propres aux sociétés concernées.

Dans les pays à faible revenu, les populations rurales de territoires enclavés et mal équipés ne sont pas protégées par des systèmes d'assurance formels. Par ailleurs, les politiques publiques agricoles leur sont peu favorables (peu d'appuis à la production vivrière, exposition aux variations de prix, conseil agricole inadapté). C'est pourquoi l'exposition aux chocs (sécheresse, inondations, cyclone, baisse de prix, hausse des intrants) est particulièrement élevée et les conséquences peuvent s'avérer dramatiques. Face à

ces chocs, les mécanismes de solidarité et d'entraide endogènes sont de moins en moins opérants du fait de l'augmentation de la population, de la monétarisation de l'économie locale et de l'affaiblissement des autorités coutumières ou lignagères. Faute de protection sociale institutionnalisée et de services publics accessibles, une perte de production ou un choc de santé (maladie ou décès d'un membre de la famille) conduisent à un processus de décapitalisation structurel ou à un cycle d'endettement difficilement réversible.

Dégradation des terres et aggravation des inégalités

Pour les populations les plus vulnérables, la dégradation des terres a des conséquences plus larges que la baisse de la fertilité des sols. Les ressources en eau, la diversité végétale (plantes de cueillette, pharmacopée) et les ressources ligneuses (arbres et arbustes) sont affectées. Le système des moyens d'existence se trouve modifié. Il est alors nécessaire de trouver des solutions alternatives. La diversification des activités pour pallier la diminution des ressources de l'agriculture ou de l'élevage révèle souvent une grande ingéniosité dans l'adaptation. Mais certaines de ces activités aggravent les processus de dégradation des terres, comme la fabrication de charbon de bois, le ratissage des pailles des pâturages pour la vente ou les activités minières (orpaillage artisanal), ce qui caractérise la mal-adaptation. Faute d'opportunités sur place, on observe une augmentation de la fréquence et de la durée des migrations saisonnières, incluant parfois de nouveaux membres du ménage (jeunes filles en ville, enfants dans les zones d'orpaillage). Une autre conséquence est l'aggravation des inégalités aussi bien entre groupes socioéconomiques selon leurs statuts et leurs moyens d'existence, mais aussi à l'intérieur de ces groupes, selon la place dans le lignage, le rang de naissance et le genre. Femmes et jeunes sont les plus clairement discriminés. En milieu rural, les jeunes sont le plus souvent peu organisés en collectifs ou peu encadrés, avec un fort taux d'analphabétisme et un accès foncier très limité. Leurs perspectives d'insertion dans la société sont souvent sombres et la seule solution est la migration vers d'autres régions du pays, vers des pays limitrophes, voire plus lointains.



Les femmes face à la désertification

Un des éléments fondamentaux de l'organisation économique et sociale des sociétés rurales repose sur une différenciation des droits, des activités et des responsabilités entre femmes et hommes. Ces différences varient selon leur ethnie, leur groupe social et leur niveau de richesse. Généralement, les femmes sont contraintes dans leur accès à la terre, au commerce, aux financements, à la mobilité. Leurs droits d'accès aux ressources matérielles et immatérielles (considération, représentation dans les instances de décision, accès à des postes de responsabilité, niveau de formation) ne sont pas reconnus. De plus, elles assurent l'essentiel des tâches liées à la reproduction sociale, comme le travail domestique, la collecte de l'eau et du bois, les soins aux enfants et aux personnes dépendantes. Ces tâches, chronophages, sont peu valorisées socialement et non reconnues économiquement.

C'est pourquoi la désertification n'affecte pas de la même façon les hommes et les femmes. Elles ont moins de marges de manœuvre pour faire face aux impacts de la désertification, et sont moins représentées que les hommes dans les structures de décision et de pouvoir.

Leurs droits sont les premiers à être rognés lorsque la compétition pour les ressources devient plus rude et, par exemple, elles n'ont plus accès à la terre ou sont souvent attributaires des terres les plus dégradées.

Pourtant, les femmes sont des actrices incontournables de la lutte contre la désertification et leurs activités, comme les jardins de case, contribuent au maintien de la biodiversité. Elles créent aussi des organisations collectives de femmes qui tentent d'influencer les orientations des politiques publiques en matière de gestion collective des ressources, de reconnaissance des droits fonciers, de prise en compte institutionnelle des questions de genre. Ainsi, les femmes sont des actrices importantes de la défense de leurs propres droits, et ce malgré les contraintes, les normes sociales et les représentations de leurs rôles.

EN SAVOIR PLUS

Anglo-French Commission, 1973. Mission forestière anglo-française Nigeria-Niger (décembre 1936 - février 1937). *Bois et forêts des Tropiques*, 148, 3-26.

Benjaminsen T.A., Hiernaux P., 2019. From desiccation to global climate change: A history of the desertification narrative in the west African Sahel, 1900-2018. *Global Environment*, 12, 206-236, <https://doi.org/10.3197/ge.2019.120109>.

Bidou J.-E., Droy I., 2013. De la vulnérabilité individuelle aux syndromes de vulnérabilité : quelles mesures ? *Revue Tiers Monde*, 2013/1, 213, 123-142, <https://doi.org/10.3917/rtm.213.0123>.

Boudet G., 1972. Désertification de l'Afrique tropicale sèche. *Adansonia*, sér. 2, 12 (4), 505-524.

Boudet G., 1977. Désertification ou remontée biologique au Sahel. *Cahiers Orstom*, série biologie, 12, 293-300.

Boyer F., 2017. Migration et dégradation des terres : Un lien non évident. In : *Désertification et système terre : de la (re)connaissance à l'action* (M. Loireau, N. Ben Khadra, rédacteurs en chef invités), Liaison Énergie francophonie, Édition IFDD, OSS, IRD, 105, <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010070726>, <https://www.resad-sahel.org/Actualites/En-amont-de-la-COP-13-un-point-sur-la-desertification>.

Charney J.G., 1975. Dynamics of deserts and drought in the Sahel. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 101, 193-202.

CSFD, 2021a. Biodiversité et dégradation des terres en zones sèches – Oasis : importance de l'agrobiodiversité, <https://www.csf-desertification.org/fiches-csfd/biodiversite-et-degradation-des-terres-en-zones-seches-oasis-importance-de-lagrobiodiversite>.

CSFD, 2021b. Biodiversité et dégradation des terres en zones sèches : Rôle du pastoralisme, <https://www.csf-desertification.org/fiches-csfd/biodiversite-et-degradation-des-terres-en-zones-seches-role-du-pastoralisme>.

CSFD, 2021c. Biodiversité et dégradation des terres : Un combat commun pour le développement durable en zones sèches, <https://www.csf-desertification.org/fiches-csfd/biodiversite-et-degradation-des-terres-un-combat-commun-pour-le-developpement-durable-en-zones-seches>.



Dardel C., Kergoat L., Mougin E., Hiernaux P., Grippa M., Tucker C.J., 2014b. Re-greening Sahel: 30 years of remote sensing data and field observations (Mali, Niger). *Remote Sensing of Environment*, 140, 350-364.

Descroix L., Guichard F., Grippa M., Lambert L.A., Panthou G. *et al.*, 2018. Evolution of surface hydrology in the Sahelo-Sudanian strip: An updated review. *Water*, 10 (6), 748, <https://doi.org/10.3390/w10060748>.

Diarra Docka M., Monimart M., 2022. Initiatives environnementales au Sahel : Paysannes engagées ou instrumentalisées ? *Grain de sel*, 82-83 (Environnement et agriculture, meilleurs ennemis ?), 35-37.

Dregne H.E., Chou N.T., 1992. Global desertification dimensions and costs. *Degradation and Restoration of Arid Lands*, 1, 73-92.

Droy I. (ed.), 2019. Questions de genre en zones sèches. Les femmes, actrices de la lutte contre la désertification. *Les dossiers thématiques du CSFD*, 13.

Gardelle J., Hiernaux P., Kergoat L., Grippa M., 2010. Less rain, more water in ponds: A remote sensing study of the dynamic of waters from 1950 to present in pastoral Sahel (Gourma region, Mali). *Hydrology and Earth System Sciences*, 14, 309-324, <https://doi.org/10.5194/hess-14-309-2010>.

IPBES, 2018. *The IPBES assessment report on land degradation and restoration*, Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Allemagne, 744 p.

Nkonya E., Mirzabaev A., von Braun J. (eds.), 2016. *Economics of Land Degradation and Improvement: A global assessment for sustainable development*, Springer International Publishing, Cham, Suisse, <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-19168-3>.

OSS, 2015. Pour une meilleure valorisation de l'eau d'irrigation dans le bassin du SASS. Diagnostic et recommandations, Tunis, 32 p.

Pieri C., 1989. Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara. Min. de la Coopération et Cirad-Irat Montpellier.

Stebbing E.P., 1935. The encroaching Sahara: The threat to the West African colonies. *The Geographical Journal*, 85, 506-24.

Taylor C.M., Klein C., Dione C., Parker D.J., Marsham J., Diop C.A., Fletcher J., Chaibou A.A.S., Nafissa D.B., Semeena V.S., Cole S.J., Anderson S.R., 2022. Nowcasting tracks of severe convective storms in

West Africa from observations of land surface state. *Environ. Res. Lett.*, 17, 034016, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac536d>.

Tiffen M., Mortimore M., 2002. Questioning desertification in dryland sub-Saharan Africa. *Natural Resources Forum*, 26, 3, 218-233.

Traore S.A.A., Requier-Desjardins M., 2019. Étude sur l'économie de la dégradation des terres au Burkina Faso. Rapport pour le Projet « Réhabilitation et protection des sols dégradés et renforcement des instances foncières locales dans les zones rurales du Burkina Faso » de l'Initiative « Un seul monde sans faim » (SEWoH), mis en œuvre par la Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Zong N., Fu G., 2021. Variations in species and function diversity of soil fungal community along a desertification gradient in an alpine steppe. *Ecological Indicators*, 131.



COMMENT ET POURQUOI LUTTER CONTRE LA DÉSSERTIFICATION ?

QUE COMPRENDRE DERRIÈRE L'EXPRESSION « LUTTER CONTRE LA DÉSSERTIFICATION » ?

*Antoine Cornet, Bernard Bonnet, Jean-Luc Chotte,
Maud Loireau, Yves Travi*

La Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification définit la désertification comme « la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines »⁹. Ses conséquences sont multiples pour l'environnement (érosion des sols, manque d'eau, disparition de la flore et de la faune, etc.) et pour les hommes (pauvreté, famine, migrations, conflits...). La lutte contre la désertification (LCD) est depuis 2015 l'une des cibles de l'agenda international. En effet, elle fait partie des 17 objectifs de développement durable promulgués par les Nations unies et adoptés par près de 200 États. Il s'agit, d'ici 2030, de tendre vers un monde neutre en termes de dégradation des terres et donc, pour les zones sèches, de tendre vers un monde neutre en termes de désertification. La neutralité en matière de dégradation des terres est atteinte si toute nouvelle dégradation est compensée par la restauration ou la réhabilitation d'un même type de terres dégradées. Cette neutralité en matière de dégradation des terres s'appuie sur trois piliers d'actions : éviter, réduire la dégradation et restaurer/réhabiliter les terres dégradées.

Au-delà des actions à mettre en œuvre (voir les autres questions de ce chapitre), la lutte contre la désertification s'inscrit dans un cadre générique qui comprend plusieurs volets à considérer. Pour accroître l'efficacité des actions entreprises, optimiser leur

9. Voir chapitre 1 « La désertification ne concerne-t-elle que l'extension des déserts ? ».



impact pour les populations et favoriser leur pérennité, la LCD devra prendre en considération un certain nombre de points cruciaux.

Agir au bon endroit au bon moment et à la bonne échelle

Il n'existe pas de solution unique (« *no one size fits all* ») que l'on puisse répéter à l'infini. Le succès de la lutte contre la désertification repose sur des actions adaptées à chaque contexte. La connaissance de l'état des terres, de leur niveau de dégradation, des facteurs de dégradation doit permettre de préciser l'objectif à atteindre — à savoir éviter ou réduire la dégradation des terres, ou, lorsque cela est possible, restaurer les terres dégradées et choisir les modes d'intervention les plus efficaces et les plus adaptés. Le contexte social et économique et le capital humain conditionnent le déploiement et la réussite de ces actions. Pour dépasser les réussites locales et aller vers des projets transformateurs, la LCD doit s'inscrire dans un cadre territorial permettant l'émergence d'un plan de développement local.

Considérer les ressources en eau comme un potentiel mais aussi une contrainte

Pour le maintien ou la réhabilitation des espaces forestiers, pastoraux ou agricoles, la présence d'eau en quantité et qualité suffisantes est primordiale. Lutter contre la désertification, c'est donc aussi : bien connaître le potentiel et la vulnérabilité de la ressource en eau ; gérer correctement les ouvrages hydrauliques (barrages, points de collecte d'eau de pluie, puits villageois, forages, systèmes d'irrigation) ; préserver la ressource en eau souterraine par une gestion rationnelle. Cette dernière passe par une prise en compte du type de ressource, renouvelable ou non renouvelable. Par exemple, la surexploitation d'une « eau fossile » alimentant des oasis pourra conduire rapidement à leur disparition.

Considérer les besoins et les aspirations des populations

La participation des différents acteurs engagés dans la lutte contre la désertification est une des conditions *sine qua non* de la réussite durable des actions entreprises. Les mesures mises en œuvre doivent être élaborées en référence aux besoins des populations, à leurs priorités et à leur savoir-faire. Il est nécessaire d'augmenter les capacités des populations et ainsi leur permettre de mettre en

œuvre et de gérer des actions de gestion durable des terres, mais aussi d'accroître et de diversifier les ressources pour permettre une élévation du niveau de leurs revenus et réduire leur vulnérabilité.

Restaurer/réhabiliter pour quels résultats ?

Face à l'importance de la dégradation des terres et de ses impacts, la restauration revêt une importance capitale et devient une nécessité pour accroître leur productivité et rétablir les fonctions des écosystèmes et les services rendus. Restaurer un écosystème ne revient pas nécessairement à initier un processus qui reconduirait à un état antérieur à la dégradation subie. Il s'agit donc moins de restaurer un stade antérieur que de placer l'écosystème sur une trajectoire conçue pour le conduire à ressembler, par la composition et la structure de sa communauté biotique, à un « écosystème de référence » qui correspondre aux contraintes actuelles. Dans le cas des agrosystèmes, il importe d'abord de régénérer la santé des sols et de définir des cibles pour un futur « désirable » pour les populations.

Pour être réussie, la restauration de terres réhabilitées ou restaurées doit viser le renforcement de fonctions écologiques permettant la fourniture de plusieurs services d'un écosystème et le renforcement de la biodiversité. Cette restauration ne peut pas être l'application simple d'une technique corrective, aussi utile soit-elle. Il s'agit d'entreprendre une démarche progressive pour tendre vers une trajectoire d'évolution des terres qui améliorera à la fois leur productivité, la biodiversité et d'autres services rendus (stockage de l'eau, fertilité...).

La restauration doit s'accompagner de la suppression des facteurs de dégradation préexistants. Les terres réhabilitées ou restaurées doivent être insérées dans des systèmes de production viables et dans des plans de conservation et de développement à l'échelle des territoires, prenant en compte les conditions sociales, les contraintes et les aspirations des populations.

Pouvoir évaluer les impacts des actions : la notion d'indicateur

Les systèmes de suivi-évaluation ont pour objectif de recenser les effets de projets, de programmes et de politiques : de mesurer leur niveau de réussite, d'identifier les échecs et de faciliter la



capitalisation pour le futur. Si ces systèmes de suivi-évaluation sont nécessaires pour comprendre l'impact des actions de lutte et leur efficacité, mais aussi pour orienter les actions en cours, ils se trouvent en butte à des difficultés, liées d'une part à la complexité des processus de désertification, à l'intrication d'aspect biophysiques, humains, sociaux et économiques, et d'autre part à la multiplicité des acteurs impliqués. Ces difficultés sont encore accrues par la diversité des échelles et des utilisateurs de ces évaluations.

À partir de 2008, la Convention désertification a défini ses axes stratégiques et des indicateurs destinés à suivre les progrès réalisés. Lors de la douzième session de la Conférence des parties (2015) de la Convention désertification, les parties ont adopté, « afin de comprendre l'état de la dégradation des terres et le potentiel de restauration des terres », les indicateurs de la cible 15.3 des objectifs du développement durable pour 2030 : la couverture des terres, la productivité des terres et le stock de carbone dans la biomasse aérienne et dans le sol. La nécessité d'établir un rapport pour chaque pays de l'évolution de l'état des terres en s'appuyant sur ces trois indicateurs a été également actée. Ces trois indicateurs communs à tous les pays peuvent être complétés par des indicateurs particuliers dont le choix est laissé à la décision de chaque pays. Les données concernant ces indicateurs sont fournies la plupart du temps à partir de dispositifs globaux d'observation notamment satellitaire. Elles permettent de quantifier globalement les évolutions de la dégradation ou de la régénération des terres, cependant ces observatoires ne permettent pas d'évaluer l'impact des projets. Il importe donc, en plus des dispositifs de suivi à ces échelles, de concevoir et de mettre en place des dispositifs de suivi des impacts, par les acteurs et usagers des espaces qui sont en responsabilité des mesures de gestion et de restauration/réhabilitation engagés. Différentes méthodes d'observation rigoureuses de ces dynamiques à l'échelle des parcelles, du paysage, sont par conséquent à élaborer avec les acteurs. Des exemples développés dans la durée en Mauritanie dans le suivi du couvert végétal pour mesurer l'impact du transfert de responsabilité de la gestion des espaces communs montrent

l'utilité de ces dispositifs pour le pilotage d'une gestion plus durable des zones arides exposées à la désertification.

La lutte contre la désertification et la dégradation des terres s'inscrit ainsi dans une approche globale des problèmes d'environnement et de développement durable : accroître et diversifier les ressources pour permettre une élévation du niveau de vie des populations ; stabiliser les équilibres entre ressources et exploitation ; restaurer les terres dégradées ; rétablir des cadres sociaux et politiques viables de gestion des ressources naturelles ; intensifier l'agriculture par des pratiques agroécologiques pour limiter les défriches, le surpâturage et la déforestation qui propagent la désertification.

POURQUOI UNE APPROCHE HOLISTIQUE, SYSTÉMIQUE, EST-ELLE NÉCESSAIRE ?

Alexandre Ickowicz, Christine Raimond, Pierre Hiernaux, Maud Loireau

Les chapitres précédents ont décrit les causes multiples de la désertification, dues souvent à des modifications des activités humaines à l'échelle locale (exploitation non durable, pratiques non adaptées, gouvernements territoriaux dysfonctionnels), mais aussi à des évènements naturels climatiques (p. ex. sécheresses et inondations) ou des mouvements de migration, et/ou de développement de filières agricoles. Des raisons socio-économiques (subsistance des populations, filières agricoles non durables, modèles productifs inadaptés, etc.) ou biophysiques (déforestation, baisse de la fertilité des sols, épuisement des ressources en eau) sont à l'origine de ces changements. De même, les conséquences de la désertification portent à la fois sur les différents compartiments de l'écosystème (sol, eau, atmosphère, biodiversité), mais aussi sur ceux du sociosystème (chaîne de valeur, gouvernance, foncier...), et ce à différentes échelles : de la parcelle au paysage jusqu'à l'échelle globale de la Terre¹⁰.

10. Voir aussi chapitre 3 « Pourquoi favoriser la complémentarité entre les échelles locales, régionales et globale ? ».



Ainsi est-il nécessaire, dans les actions de lutte contre la désertification, de prévention aussi bien que de réhabilitation, de prendre en compte les différentes échelles d'espace et de temps concernées par les processus de désertification. Cela nécessite au préalable un diagnostic des causes et/ou des origines potentielles des risques locaux de désertification, mais aussi des différents compartiments concernés (sol, eau, atmosphère, faune et flore, sociétés humaines). C'est cette approche globale prenant en compte les interactions entre les différents niveaux d'échelle et de temps qui définit l'approche holistique. Elle complète l'approche systémique qui décrit ces différents compartiments et les interactions entre leurs composantes. Approches holistiques et systémiques s'épaulent pour comprendre le fonctionnement et la dynamique de la désertification, et évaluer les effets des actions de la lutte contre la désertification.

Une complexité des phénomènes en jeu

Qu'il s'agisse de réhabiliter des terres dégradées ou de prévenir leur dégradation, l'approche holistique se justifie, les formes de dégradation (réduction du couvert végétal, érosion des sols, perte de fertilité et d'activité biologique des sols) étant le plus souvent combinées et interdépendantes, tout comme les modes de gestion qui les ont générées. Ainsi, si l'amélioration de la fertilité du sol peut se concevoir à l'échelle parcellaire, les pratiques s'inscrivent le plus souvent au sein de l'ensemble des parcelles et des activités d'une exploitation ou d'une communauté, comme la collecte, à l'échelle d'un terroir tout entier, des fumiers d'élevage pastoraux. De même, les dispositifs de réhabilitation de terres érodées ou de prévention de l'érosion ne sont opérants que s'ils s'étendent au bassin versant ou au terroir. Enfin, l'augmentation du couvert végétal doit porter aussi bien sur les herbacées (cultures comprises) que sur les plantes ligneuses, ce qui implique une approche territoriale qui tienne compte de l'occupation des sols et de la place des arbres dans les paysages, leurs contributions à la satisfaction des besoins alimentaires, fourragers et en bois d'œuvre et bois-énergie. Ces interventions portent donc sur un ensemble d'activités économiques qui mobilisent de nombreux acteurs, ce qui justifie non seulement cette approche holistique mais aussi participative.

En abordant les différentes échelles et compartiments, ces deux approches développées conjointement permettent d'éviter les pièges d'analyses et d'actions trop locales ou trop globales d'une part, ou d'analyses et d'actions trop ciblées sur un compartiment au détriment des autres d'autre part, en ignorant les interactions. Pour illustrer ce propos, nous allons prendre deux exemples.

Les causes en trompe-l'œil des grandes sécheresses au Sahel

Suite aux grandes sécheresses au Sahel des années 1972-1973 puis 1984-1985, qui ont causé une dégradation importante des écosystèmes steppiques, notamment des pâturages, une mortalité importante des arbres, des animaux domestiques et aussi de populations humaines fragiles, l'élevage pastoral d'Afrique de l'Ouest a été accusé d'être la principale cause de la dégradation des steppes sahéniennes et de leur désertification. À la fin des années 1980, la raison avancée était la densité trop forte de bétail au Sahel et un mode de gestion extensif inapproprié fortement consommateur en ressources naturelles et peu productif, basé sur la mobilité du bétail en fonction des saisons et de la disponibilité en fourrage sur les parcours. Il faut attendre la fin des années 1990, voire 2000 et 2010, pour que des études pluridisciplinaires, à l'échelle de l'ensemble du Sahel, démontrent que ce ne sont pas le système extensif et la mobilité pastorale qui sont responsables de cette dégradation environnementale, mais que les variations décennales du climat ont joué un rôle majeur dans les dégradations de la végétation et l'extension des sols nus observée dans les années 1970-1980. Ainsi, les années à pluviosité favorable qui ont suivi ont permis à la végétation de se reconstituer, au moins partiellement et dans certaines unités de paysage. Par ailleurs, les zones fréquentées par le bétail n'ont pas montré de dégradation plus forte des sols et de la végétation : on y a même observé une régénération plus forte de la couverture de graminées et de certaines espèces arbustives que dans les zones où le bétail a été exclu (expérimentation sur plusieurs décennies). Cela démontre bien l'importance de prendre en compte l'ensemble des facteurs (anthropiques, biotiques et abiotiques) influant sur les socio-écosystèmes, les différentes échelles de temps et d'espace, et les interactions entre composantes des écosystèmes.



Des plantations d'arbres non sans conséquences sociétales

Ce second exemple illustratif d'une vision trop sectorielle est la décision non concertée par les services forestiers de procéder à des plantations d'arbres, pour lutter contre la désertification. Les espèces choisies ont pour vocation de fixer et de régénérer les sols, comme les *Acacia* spp. (voire *Acacia senegal* pour la gomme arabique), qui sont des légumineuses qui fixent de l'azote atmosphérique dans le sol. Ces actions de plantation ont souvent été mises en œuvre lors des dernières décennies par les services forestiers ou les organisations non gouvernementales, avec un objectif de régénération des écosystèmes. Réalisées en régie (par les services publics), les actions de réhabilitation/restauration conduisent à la mise en défens, afin d'éviter une dégradation par les troupeaux des pasteurs exploitant ces parcours.

Ces opérations ont en fait souvent créé plus de problèmes sociétaux qu'elles n'ont eu d'impact véritable sur la désertification. En excluant les populations de la définition des modalités d'intervention (zones concernées, choix des espèces replantées, mise en œuvre) comme de gestion de ces zones (mise en défens, définition de pratiques durables telles que les rotations saisonnières), ces opérations ont eu très peu d'impact durable aux échelles locales et globales. En raison de nombreux conflits d'intérêts entre acteurs sur les espaces et ressources concernées et de leur faible empreinte spatiale, ces opérations de plantation ont souvent échoué, avec des taux de régénération faibles et des exploitations non durables. Les conflits d'usage entre les différents acteurs (éleveurs, agriculteurs, maraîchers, bûcherons) ont ainsi souvent abouti à la dégradation de la ressource et des dispositifs, par les hommes et les troupeaux sur leurs parcours saisonniers et traditionnels, et à des mesures de coercition par les services forestiers (amendes, confiscation du bétail, emprisonnement, etc.).

Aujourd'hui, les nouvelles stratégies de lutte contre la désertification, mises en œuvre par exemple dans le cadre du programme de la Grande Muraille verte (GMV) au Sahel, cherchent à associer les populations locales à la fois dans la définition et la mise en œuvre des opérations, en tenant compte de leurs pratiques

et usages, de leur règles et droits d'usage foncier et de leurs besoins en termes d'accès aux ressources et aux services. De fait, les enjeux de gouvernance territoriale et de liens avec les différents niveaux locaux, nationaux et internationaux restent importants et le principal verrou à la mise en œuvre de ce projet international ambitieux.

Ces nouvelles approches holistiques et systémiques intégrant l'ensemble des acteurs de l'échelle locale à internationale, leurs usages et interactions au sein d'un territoire pour définir une réhabilitation des terres dégradées et une gestion durable des socioécosystèmes sont certainement plus favorables à des résultats positifs. De tels dispositifs sont cependant plus complexes à mettre en œuvre, en raison du nombre d'acteurs à mobiliser et de la multiplicité des mécanismes interconnectés à prendre en compte.

POURQUOI UNE APPROCHE TERRITORIALE EST-ELLE NÉCESSAIRE ?

Maud Loireau, Patrice Burger

Le contexte territorial représente l'ensemble des variables économiques, sociales et environnementales qui ont des effets sur l'espace territorial ciblé, quelles que soient leurs origines, à courte ou longue distance, au sein de l'espace territorial en question ou au-delà. Le principe qui en résulte est « à chaque contexte, des options adaptées » à un espace donné (quel que soit sa taille, p. ex. au Sahel, de la parcelle ou terroir villageois à la zone sahélienne).

En effet, la nature, la vitesse et l'intensité de la dégradation (opposée à l'aggradation) des terres varient et résultent d'une combinaison de facteurs :

- l'état initial et qualité intrinsèque des terres et de leur écosystème, les ressources qu'elles abritent et permettent de renouveler, les services qu'elles permettent de rendre et de produire en faisant appel aux fonctions écologiques de l'écosystème et en réponse aux attendus formulés par l'homme ;



- les activités (ou absence d'activités) que les hommes (p. ex. ayants droit, gestionnaires ou usagers locaux) y ont historiquement menées, celles qu'ils mènent et projettent de mener. Une activité (individuelle ou collective) peut être un simple prélèvement (p. ex. racines, feuillage, fruits des arbres non plantés, bois mort ou coupé, etc.) de ressources naturelles pour leur consommation, transformation ou commercialisation. Elle peut être une exploitation des ressources naturelles (sol, eau, flore, faune...), en vue d'une production (agricole ou industrielle). Elle peut être une action de protection (p. ex. la plantation d'une haie vive d'espèces ligneuses pour protéger une parcelle cultivée du vent et de l'érosion éolienne), de réparation (p. ex. l'aménagement d'une parcelle agricole en demi-lunes) ou de réaffectation (p. ex. les terres agricoles urbanisées) des terres. Enfin, elle peut être le fait de réguler toutes ces actions quand elles sont menées sur un même espace (p. ex. le plan de gestion des ressources forestières) ;

- les pressions subies sur les terres, directes et indirectes, qu'elles soient climatiques (p. ex. le manque d'eau à certains endroits étant donné la forte variabilité spatiale des pluies, et qui est une pression directe), démographiques (p. ex. le morcellement du foncier, étant donné le processus cumulatif de répartition des terres entre les enfants, et qui est une pression indirecte), sociales (p. ex. l'abandon du territoire ou au contraire l'arrivée de déplacés ou migrants, le passage d'une zone rurale au périurbain), culturelles (p. ex. le passage d'un espace sacralisé — bois sacré — à un espace d'usage forestier par changement des valeurs sociales) ou politiques (p. ex. la zone désignée pour un aménagement ou une exploitation particulière, l'aire protégée).

Toutes ces considérations (ou facteurs) définissent le contexte territorial de la dégradation (opposée à la réhabilitation) des terres sur un espace territorial donné. Lorsque l'une d'entre elles change, la dynamique générale de dégradation (opposée à la réhabilitation) peut aussi changer. Il en découle que :

- pour appréhender et évaluer la dynamique (spatiale et temporelle) de dégradation (opposée à l'aggradation) sur un espace territorial, il est donc nécessaire de considérer l'ensemble de

ces facteurs et de distinguer les différents éléments du contexte territorial ;

- pour lutter contre la désertification et mettre en œuvre des actions concrètes qui réduisent ou arrêtent la dégradation sur le terrain, il est donc important de connaître chaque contexte et ses principaux paramètres pour proposer les options (techniques ou sociales) les plus adaptées à chacun d'entre eux ;

- pour diffuser, répliquer ou adapter à d'autres espaces territoriaux les actions de lutte contre la désertification qui ont déjà fait leurs preuves dans certains espaces territoriaux, il est impératif de prendre en compte leurs contextes territoriaux respectifs, afin de procéder à des ajustements des actions qui soient adaptés au nouveau contexte.

POURQUOI UNE APPROCHE INTERDISCIPLINAIRE, PLURIACTEURS EST-ELLE NÉCESSAIRE ?

Alexandre Ickowicz, Patrice Burger, Maud Loireau

Que ce soit au niveau local, régional ou global, nous avons vu que, pour comprendre et agir sur les phénomènes de désertification, il est nécessaire de prendre en compte à la fois différents niveaux d'échelle (de la cellule à la planète Terre, en passant par la parcelle, la région, le pays ou le continent), et les compartiments des socioécosystèmes (sol, eau, atmosphère, flore, faune, sociétés humaines) avec leurs interactions et l'échelle de temps. Tant dans le processus de diagnostic que dans celui d'intervention pour prévenir ou réhabiliter les terres dégradées, il est donc nécessaire de réunir une large diversité de compétences différentes. Ces compétences concernent les chercheurs et développeurs qui, dans leurs différents domaines et à travers une collaboration fructueuse, permettront une analyse experte et rigoureuse des phénomènes à maîtriser, ou encore d'innover *via* des solutions techniques ou sociales. Cela concerne aussi les différents acteurs du territoire qui, aux différentes échelles, ont un impact direct ou indirect sur les pratiques mises en œuvre : agriculteurs, autres acteurs ruraux, décideurs locaux, industriels et autres privés, décideurs politiques nationaux, etc. Pour ces deux groupes d'acteurs, il est



nécessaire de préciser pourquoi leurs collaborations, entre eux, et en interne pour chacun d'eux, sont nécessaires.

Une ouverture scientifique enrichissante

Du côté des scientifiques, pour analyser ces processus complexes, il apparaît d'une nécessité évidente de réunir l'ensemble des compétences disciplinaires. Il est en effet essentiel de faire collaborer climatologues, pédologues, écologues, biologistes, hydrologues, géologues, physiciens, chimistes, agronomes, etc., pour analyser les processus biophysiques et chercher les solutions aptes à inverser les dynamiques de dégradation. Tout comme il est nécessaire de faire collaborer sociologues, géographes, économistes, anthropologues, juristes de l'environnement, etc., afin d'analyser les processus sociaux et proposer des solutions pour réguler les relations entre les hommes et les relations de l'homme à son environnement. Mais, au-delà de ces collaborations entre grands domaines disciplinaires, il est crucial de faire collaborer sciences biophysiques et sciences sociales. Par ailleurs, il faut aussi mobiliser non seulement les connaissances académiques, mais aussi les savoirs des populations largement éprouvés par les années d'expériences, souvent hérités de plusieurs générations, et intégrer les attentes et perceptions des populations dans les processus d'innovation. En effet, comment par exemple poser un diagnostic fiable sur l'impact d'une pratique agricole sans connaître les processus intimes à l'œuvre dans les sols tout autant que les motivations qui sous-tendent l'action de l'agriculteur ?

Ces collaborations, si elles apparaissent indispensables, sont loin d'être simples à mettre en œuvre. Au-delà de la difficulté de réunir toutes ces disciplines autour d'un même objectif, ce sont les collaborations elles-mêmes entre ces experts de disciplines différentes qui peuvent s'avérer délicates. En effet, chaque expert est souvent spécialisé sur un objet de recherche (racines des sols, revenus des ménages, paysage, identité territoriale, etc.), une échelle donnée de travail (p. ex. la plante, la population végétale, le paysage ou la famille, le village, la nation, etc.), et possède par ailleurs son propre regard disciplinaire sur l'objet analysé et donc les processus d'évolution en cours. L'ensemble des scientifiques sollicités devront par conséquent être aptes à

écouter leurs collègues, leur diagnostic, et être en mesure de mettre en œuvre des études construites collectivement, interdisciplinaires, pour aboutir à des diagnostics et propositions communes. Chacun devra faire l'effort de parler un langage compréhensible, admettre qu'un même terme peut avoir des sens différents d'une discipline à l'autre, être prêt à faire évoluer ou à élargir les concepts ou les méthodes de sa science.

Ces processus collectifs, quand ils aboutissent, nécessitent au préalable de longues phases d'échange de points de vue, d'analyses des enjeux et problèmes posés, de méthodes de diagnostic, et au final de compromis entre disciplines sur les dispositifs à mettre en œuvre, sur les objectifs à atteindre afin de rester dans un cadre d'intervention raisonnable. D'autres disciplines que celles précédemment citées peuvent aider à ces processus d'échange et de coconstruction interdisciplinaire, telles que les sciences des données et des modèles, l'ingénierie des connaissances ou encore les sciences cognitives. Ces sciences mettent en lumière les connaissances pour mieux les partager, les intègrent et/ou les articulent pour en construire de nouvelles : spatialisation des phénomènes étudiés ; prévision de leurs évolutions spatiale et temporelle ; appropriation et acceptation sociales, diffusion des solutions proposées, système d'aide à la décision, etc. Pourtant, même lorsque ces collaborations entre scientifiques ont lieu pour coconstruire entre disciplines, la connaissance produite ou les solutions proposées peuvent ne pas être prises en considération, pas ou peu utilisées par les populations et acteurs du territoire, car pas ou peu adaptées aux différents contextes territoriaux.

Un dépassement des clivages nécessaire chez les acteurs du territoire

Du côté des autres acteurs du territoire, il existe aussi une grande diversité selon le type d'activités menées (paysans, artisans, acteurs associatifs et touristiques, industries, agents de l'État pour la gestion du territoire, autorités politiques locales...) et la catégorie sociale et professionnelle à laquelle ces acteurs appartiennent (femme, homme, jeune ; entrepreneur ou salarié...). Chacun a son propre point de vue et fait son propre diagnostic de la situation, influencé par ses propres intérêts, objectifs et



expériences ; chacun a ses méthodes d'analyse, d'intervention, de communication. Leur défi commun est toutefois d'aboutir à des compromis permettant l'action sur un même territoire et à des accords en termes d'objectifs à cibler. Ils doivent eux aussi se comprendre, trouver les voies pour coconstruire afin de pouvoir incarner les enjeux. Que le compromis soit trouvé (dans le meilleur des cas) ou la solution imposée par l'un d'entre eux ou une minorité, ils sont la plupart du temps en mesure de mobiliser les leviers d'action nécessaires à la réalisation des objectifs fixés (changement de pratique, de réglementation, d'investissement, de gestion des ressources naturelles, etc.). Cependant, il leur manque parfois des informations tangibles et fiables pour asseoir leur décision, d'autant plus que les actions qu'ils vont mener à l'issue de ces processus de négociation peuvent avoir des impacts négatifs qu'ils n'avaient pas anticipés ou dont ils n'avaient pas mesuré l'intensité sur le moyen et long termes. Sans oublier que ces actions peuvent être menées en toute connaissance de cause, en fonction d'injonctions ou de choix de court terme par exemple, au détriment de la gestion durable des terres et des ressources naturelles.

Les vertus pragmatiques d'un dialogue entre toutes les parties

C'est pourquoi il est indispensable que scientifiques et acteurs du territoire collaborent, depuis l'identification du problème jusqu'à sa résolution, pour leur suivi et évaluation à court, moyen et long termes, afin de se préparer à ajuster si nécessaire les actions. C'est au sein de dispositifs dédiés (p. ex. plateformes dites « multiacteurs » et « d'interface science-société », champs-écoles, échanges/formations, etc.), associant scientifiques et acteurs du territoire, qu'il convient d'échanger les points de vue, les connaissances et savoirs, les méthodes, les capacités d'intervention, et ainsi favoriser une intelligence collective. Pour aboutir à un diagnostic partagé de la situation de désertification, à des objectifs opérationnels de prévention ou de lutte, à des modalités d'action réalistes impliquant souvent plusieurs types d'acteurs avec un résultat répondant aux priorités plurielles des acteurs, la démarche au cours de ces processus peut être participative, collective ou collégiale, selon que la coconstruction est partielle

(sur certains sujets et/ou à certains moments clés du processus global) ou totale. Ces dispositifs et démarches sont complexes, parfois difficiles à gérer, surtout sur le long terme, et augmentent le plus souvent les investissements en temps et ressources humaines et financières. Mais ils ont l'avantage d'éviter de mettre à l'écart des acteurs importants, porteurs soit d'enjeux forts, de solutions et/ou de moyens d'action décisifs. Ces dispositifs peuvent aussi économiser les ressources, par exemple lorsqu'une solution existait, mais n'était pas connue ni évaluée. Quoi qu'il en soit, ils nécessitent des efforts d'animation et de médiation devant permettre la prise en compte de tous les points de vue, mais aussi de générer une dynamique plus collective sans laquelle les actions dans ce domaine ont peu de chances d'aboutir.

POURQUOI LES SOLUTIONS FONDÉES SUR L'AGROÉCOLOGIE SONT-ELLES PERTINENTES ?

Jean-Luc Chotte, Patrice Burger, Maud Loireau, Sylvain Berton, Éric Scopel

Apparue au début du xx^e siècle, l'agroécologie s'est développée de manière contextualisée, sur une base paysanne, dans toutes les parties du monde, et a gagné en visibilité ces vingt dernières années, s'invitant plus largement dans le discours scientifique, agricole et politique. Ce concept dynamique a vu ses significations, ses définitions, ses interprétations et ses démarches évoluer, rendant difficile une définition précise et unique de ce qu'est l'agroécologie. Par contre, des efforts récents ont essayé de mieux définir les différentes dimensions identitaires de cette approche intégrée, visant à mieux mobiliser les processus écologiques au service de la production agricole et à moins dépendre d'intrants chimiques, dans des démarches économiquement et socialement durables et équitables. Les dix éléments de la FAO ou les treize principes décrits par le Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition (GrEHN-SAN ou HLPE) illustrent la diversité des voies d'actions techniques, organisationnelles ou socio-politiques et de leurs échelles d'application que l'agroécologie



peut mobiliser. La pertinence de l'agroécologie pour la lutte contre la désertification est multiple.

Mettre la lutte contre la désertification au centre du développement durable

L'approche holistique qui considère que la santé de l'écosystème est au fondement du bien-être des populations, des performances des systèmes de production et de la résilience des socioécosystèmes fait de l'agroécologie un levier puissant, à l'interface de nombreux objectifs de développement durable. En effet, le déploiement de pratiques et de techniques agroécologiques qui visent à mieux gérer les ressources et les processus écologiques *via* la biodiversité a non seulement des conséquences sur les trois indicateurs d'évaluation de la dégradation des terres (stock de carbone des sols, productivité, couverture du sol), mais également sur la lutte contre la pauvreté, la faim, la perte de biodiversité, la désertification, sur l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à celui-ci, et sur la disponibilité et la qualité des ressources en eau.

La gestion de la matière organique par exemple est un élément central de l'agroécologie. En zone sèche, elle permet de réduire l'érosion éolienne et hydrique par une meilleure structuration des sols, la réduction de l'évaporation par le stockage de l'eau dans les sols, l'augmentation de la vie bactérienne grâce à l'accroissement de la fertilité, etc. De même, la diversification des espèces cultivées permet de mieux valoriser les ressources disponibles par leur complémentarité et facilite les régulations naturelles des ravageurs et maladies par une stimulation de la biodiversité.

L'agroécologie résonne aussi au plus près du terrain, dans les propositions des populations et gestionnaires des territoires affectés par la désertification qui cherchent à innover en explorant des mécanismes d'action pour l'agroécologie. Au Niger, en cherchant à créer des complémentarités ville-campagne qui n'existaient pas (p. ex. recyclage des déchets ménagers dans les parcelles cultivées) ou en donnant plus de droit et d'accès fonciers aux femmes productrices et transformatrices, les pratiques agroécologiques ont permis de lutter contre la désertification des terres.

Une transformation pas-à-pas des systèmes de production au plus proche des besoins

Les pratiques et les techniques agroécologiques soutiennent une transformation incrémentale des systèmes de production, évitant les difficultés souvent rencontrées lors de changements disruptifs. Il est en effet possible de décrire des chemins qui conduisent à une transformation complète des systèmes actuels vers des systèmes totalement agroécologiques, comme le décrivent les travaux de Gliemann. Ces transitions passent alors par une série de niveaux de changement qui sont autant de paliers permettant de cibler et suivre les transformations, et de les soutenir avec des actions claires.

Concernant les zones sèches, ces étapes doivent être adaptées en tenant compte du fait que l'on a plutôt affaire à des systèmes conventionnels dans lesquels l'enjeu n'est pas l'usage d'intrants chimiques ayant souvent peu d'effet en raison de la faible disponibilité de l'eau. Cette intensification repose sur l'adaptation progressive des pratiques, afin de mieux contrôler la dégradation des sols, capter l'eau de pluie, réintroduire la biodiversité et stimuler les processus écologiques.

L'agroécologie n'offre pas de solution générique, universelle et applicable à toutes les situations. Elle est avant tout une approche qui cherche à appliquer des principes écologiques, économiques et sociaux visant la durabilité, la viabilité, la résilience et la cohérence du système dans sa globalité. Les systèmes agroécologiques s'élaborent progressivement en fonction des contextes et des besoins ou urgences, chacun des principes pouvant être plus ou moins privilégié, mais de manière à ne pas risquer un déséquilibre au détriment de l'ensemble. Pour les systèmes cultivés, l'agroécologie conduit à la conception, à la création et à l'adaptation sous la forme participative de systèmes de culture complexes productifs et par suite attractifs malgré un milieu défavorable et malgré un recours très faible en intrants.

Facile à dire, pas facile à faire

Les praticiens de l'agroécologie font face à des résistances et antagonismes tout au long de la chaîne de valeur, dans les systèmes de production, de transformation et de commercialisation.



Chaque étape de la transition les amène donc à faire des choix quant aux transformations mises en place et à l'échelle à adopter, pour essayer de rendre les nouveaux systèmes compatibles avec un certain nombre de ces contraintes, en acceptant que toutes ne puissent pas être résolues à la fois et de façon parfaite. Les producteurs sont ainsi amenés à hiérarchiser ces contraintes et à faire des compromis dans la façon de les traiter. Ces compromis sont souvent liés à des degrés d'application des différents principes de l'agroécologie que l'on doit adapter aux ressources disponibles des producteurs. Chaque étape doit permettre de modifier en parallèle les conditions internes ou externes des exploitations, de façon à permettre la mise en place des étapes d'adaptation suivantes. Ce processus est donc ardu et demande de travailler en permanence avec une diversité de producteurs qui n'ont pas tous les mêmes conditions ou ressources. La mobilisation des femmes et des jeunes ainsi que des populations les plus marginalisées est souvent primordiale pour assurer une transition efficace et équitable. Il demande de travailler également avec l'ensemble des institutions qui pèsent sur le contexte économique, social et politique dans lequel travaillent ces producteurs, de façon à créer des conditions plus favorables aux transitions agroécologiques des exploitations agricoles.

Des solutions fondées sur tous les savoirs

La production conjointe et le partage d'informations jouent un rôle central dans l'élaboration et l'application d'innovations agroécologiques. La science a investi le domaine de l'agroécologie notamment en vue de fournir des options valides pour la transition agricole. Toutefois, la masse critique des informations existantes a surtout été produite en milieu paysan. Un enjeu fort est donc, en s'appuyant sur ces acquis, de continuer à produire, de façon conjointe entre différents acteurs, de nouvelles connaissances en vue d'adapter de nouveaux systèmes agroécologiques à la multiplicité des conditions que rencontrent les petits producteurs familiaux. Il devient alors aussi très important de pouvoir mieux évaluer scientifiquement le potentiel des systèmes agroécologiques existants, de permettre leur amélioration par les acteurs, et ainsi apporter un éclairage étayé vis-à-vis des décideurs institutionnels et politiques. De même, il devient vital de mieux capitaliser

l'ensemble de ces connaissances et de mieux les partager avec le plus grand nombre, notamment avec les acteurs des zones sèches, parfois isolés et démunis dans la recherche de solutions à leurs problèmes.

L'ÉVALUATION AU CŒUR DU PLAIDOYER

« Un certain scepticisme est parfois exprimé concernant la pertinence de l'agroécologie pour répondre aux défis actuels. Ces réticences traversent le monde agricole comme celui des décideurs. [...] Des références systématisées produites avec une méthodologie solide et commune manquent encore. Or, les demandes se multiplient pour des données fiables et "agrégables" sur les effets et les conditions de développement de l'agroécologie, tant de la part des décideurs politiques que des agriculteurs et agricultrices et des acteurs en appui au développement. » (Levard, 2023)

Récemment, trois méthodes d'évaluation de l'agroécologie, de ses effets agroenvironnementaux et socioéconomiques, et des conditions de son développement ont été mises au point et testées par les praticiens du développement et les chercheurs et enseignants-chercheurs, sur différents terrains d'application au Sud : la méthode présentée dans l'Outil pour l'évaluation des performances de l'agroécologie (TAPE) de la FAO, la méthode proposée par Groupe de travail sur les transitions agroécologiques (GTAE) et la méthode développée dans le projet Avaclim¹¹. Ces méthodes participent à combler ce manque.

POURQUOI FAVORISER LA COMPLÉMENTARITÉ ENTRE LES ÉCHELLES LOCALES, RÉGIONALES ET GLOBALE ?

Maud Loireau, Alexandre Ickowicz

En géographie, au sens strict (cartographique), le terme d'échelle désigne le rapport entre une distance réelle, mesurée dans l'espace terrestre, et celle de sa représentation sur une carte. Ainsi, plus

11. <https://avaclim.org/le-projet>.



l'échelle est grande, plus l'étendue de l'espace représenté sur un document (feuille A4 p. ex.) est petite. C'est pourquoi la carte au 1/1 000 (1 cm = 10 m) est à une échelle plus grande que la carte au 1/100 000 (1 cm = 1 000 m) et décrira un espace plus petit sur une même feuille A4. Dans d'autres disciplines, on parlera d'échelle pour l'intensité d'un phénomène (p. ex. échelle de Richter pour mesurer la « magnitude » d'un séisme ; échelle de Beaufort pour mesurer la vitesse du vent, etc.). En interdisciplinarité, le terme d'échelle désigne le plus souvent le « niveau spatial » d'analyse d'un phénomène : on parlera plutôt d'échelle locale, régionale au sens infranational, nationale, régionale au sens supranational, continentale, mondiale, du plus fin (la parcelle, le village, le terroir, la commune...) au plus vaste (la planète Terre) maillage territorial auquel il est fait référence.

La désertification (comme la lutte contre la désertification) est un phénomène dont les causes climatiques et anthropiques, les mécanismes de dégradation (comme de réhabilitation) des terres et les conséquences écologiques et sociales opèrent à différentes échelles ou concernent plusieurs échelles (processus multiscalaires).

L'exemple de l'érosion éolienne

La lutte contre l'érosion éolienne est un parfait exemple pour illustrer l'intérêt de prendre en compte les différents niveaux d'échelle concernés, leurs interactions et complémentarité dans la lutte contre la désertification. L'érosion éolienne se définit comme l'action du vent sur les surfaces nues ou peu végétalisées des zones sèches entraînant la mise en mouvement, horizontal et vertical, d'une fraction du sol. Ainsi, le mouvement horizontal de ces sédiments conduit à une redistribution à l'échelle locale, avec des zones de perte et des zones d'accumulation. Le flux vertical de matière émis par érosion éolienne permet de transporter à grandes distances des poussières désertiques (échelles régionale, continentale, globale). Cette perte de la fraction la plus fine et la plus fertile des sols participe à leur dégradation (échelle locale). Le continent africain par exemple s'appauvrit en particules fines exportées en suspension par le transport éolien vers le continent sud-américain, le Groenland et l'Europe, mais aussi redistribuées plus régionalement vers la forêt tropicale du golfe de Guinée,

participant ainsi à la fertilisation des sols de la forêt équatoriale (échelles continentale et globale). Les conséquences biophysiques de l'érosion éolienne sont donc multiscales. Elles sont aussi sociales à l'image des troubles qu'elle engendre sur les systèmes respiratoires et cardiovasculaires de l'homme à l'échelle locale, mais aussi régionale et continentale.

Les causes de cette érosion peuvent être locales (p. ex. pratiques non adaptées, passage de tornades) ou régionales (p. ex. position géomorphologique de la terre érodée, absence de politiques de protection des terres vulnérables). Ainsi, pour lutter contre l'érosion éolienne, des solutions peuvent être recherchées à l'échelle locale (p. ex. plantations de haies, regroupement des parcelles en jachère selon une entente au niveau du village) comme aux échelles régionale, nationale ou continentale (p. ex. subventions ou formations/sensibilisations pour aider les agriculteurs à planter les haies d'arbres, à fixer les dunes de sable ; diffusion régionale des pratiques efficaces « traquées » à l'échelle locale). Enfin, à quoi cela sert-il d'aménager une zone de départ de sédiments si elle n'est pas exploitée par l'homme alors que la zone d'accumulation l'est et a tout intérêt à recevoir la fraction la plus fertile des sols érodés ? De même, ne pourrait-on pas éviter de potentielles tensions entre utilisateurs des terres dans les zones de perte et les zones d'accumulation (à l'échelle locale, mais aussi régionale si nécessaire), en organisant des concertations et en cherchant collectivement des compromis en termes d'aménagement lié aux effets de l'érosion éolienne ? L'érosion éolienne est en effet un phénomène naturel dont l'homme a bénéficié en pouvant cultiver les grandes plaines fertiles des bassins sédimentaires par exemple. Faut-il lutter contre cela, ou ralentir le phénomène si les coûts sont raisonnables, ou encore laisser faire la nature et s'adapter au changement ? Bien entendu, l'action anthropique, si elle est trop intense, mal adaptée, trop rapide, peut accélérer les dynamiques naturelles qu'il conviendra de limiter, surtout si sous la pression démographique de nouvelles terres sont à exploiter. Considérer l'action locale de l'homme dans une dynamique globale pose des questions de changement de paradigme : considérer le monde comme figé et chercher à conserver les équilibres du moment, et à quel coût (économique et social) ? ou s'adapter à la « vie »



et à la dynamique de la Terre, et cela avec quelle ingéniosité et sans creuser les inégalités ?

L'exemple de la dégradation des espèces végétales ligneuses

Prenons maintenant l'exemple de la dégradation des ligneux (les arbres et arbustes) en zone sèche sahélienne. Une grande partie de cette zone (échelle régionale au sens supranational) a vu la densité et la diversité d'arbres diminuer fortement, notamment à partir des grandes sécheresses du début des années 1970 puis 1980, avec des conséquences sur la dégradation des sols (p. ex. érosion, baisse de fertilité), la perte de biodiversité, la perte de compléments alimentaires pour les hommes et les animaux. Les conséquences ont été aussi sociales : p. ex. la perte des arbres dans les champs (échelle locale) a pu encourager les femmes transformatrices des produits forestiers non ligneux (fruits, feuilles, écorces, etc.), ou les hommes privés de leurs terres trop dégradées, à changer de métier et partir chercher un emploi en ville, dans une autre région, un autre pays ou un autre continent pour compenser la perte de revenu (migration à échelles régionale à continentale).

Certains espaces (échelle locale ou régionale au sens infranational) au sein de la bande sahélienne ont reverdi à partir des années 1990, puis 2000 ; la nature (couverture ligneuse, herbacée...) et les causes (climatiques, anthropiques) de ce reverdissement sont encore discutées au sein du monde scientifique, mais sont certainement d'origine mixte : amélioration de la pluviosité, d'une part, au cours des dernières décennies, mais aussi contribution de pratiques de régénération d'autre part, comme au Niger la technique de la régénération naturelle assistée (RNA) des arbres dans les champs cultivés. Le reverdissement lié à la RNA dans un ou plusieurs terroirs villageois (échelle locale) peut encourager les villageois des terroirs d'une ou plusieurs régions à adopter cette technique ou à la pratiquer à nouveau (diffusion à l'échelle régionale).

Ce type de pratiques est aujourd'hui promu à l'échelle régionale du Sahel, comme dans le cadre du programme de la Grande Muraille verte (GMV) qui a pour objectif de coordonner les efforts de restauration/réhabilitation des écosystèmes sahéliens depuis le Sénégal jusqu'en Éthiopie. Ce programme aborde aussi bien les questions locales de pratiques de régénération

participative avec les populations que la mise en cohérence transnationale des programmes, des financements et des législations sur la gestion de ces écosystèmes. Agir à ces échelles régionales, c'est aussi potentiellement pouvoir influencer les cycles de l'eau, les phénomènes d'érosion, les contextes thermiques qui conditionnent les processus de désertification aux échelles locale, régionale et continentale.

Les causes et les conséquences de ces phénomènes de désertification sont donc multiscales (climat global/local, réglementations, pratiques régionales et locales) ; les mécanismes se différencient d'un contexte à un autre selon l'homogénéité ou l'hétérogénéité des conditions biophysiques et sociales (les contextes peuvent être très locaux, dans le cas d'une grande hétérogénéité régionale, ou régionalisés, dans le cas d'une grande homogénéité régionale). Agir à tous les niveaux afin que les actions soient complémentaires et non contradictoires est une voie à privilégier pour des actions durables, équitables et justes.

COMMENT L'ADAPTATION AUX VARIATIONS DU CLIMAT ET DE L'ENVIRONNEMENT PERMET-ELLE DE LUTTER CONTRE LA DÉSSERTIFICATION ?

Pierre Hiernaux, Alexandre Ickowicz, Christine Raimond

Malgré une contrainte hydrique majeure et grâce à des pratiques agroécologiques spécifiques, à la diversification des espèces cultivées/élevées et des activités, et à la mobilité des biens et des personnes, les populations ont construit des systèmes de subsistance adaptés aux écosystèmes des zones arides, semi-arides et subhumides sèches, et résilients sur le temps long. Ces systèmes reposent sur des espèces végétales et animales adaptées aux conditions bioclimatiques locales, parmi lesquelles les agriculteurs et agricultrices sélectionnent celles qui répondent le mieux à leurs besoins et aux changements environnementaux.

Des végétaux et des animaux adaptés au climat

La phénologie de ces espèces végétales est adaptée à un régime pluviométrique généralement saisonnier, à forte variabilité



interannuelle, et à un régime de température caractérisé par des pics très élevés en milieu de journée, notamment en fin de saison sèche. Le long du gradient nord-sud, saharo-sahélien-soudanien, les plantes de type photosynthétique C_3 (qui produisent des sucres à trois atomes de carbone) réunissent le plus grand nombre d'espèces. Le type photosynthétique C_4 (qui produit des acides à quatre atomes de carbone) en regroupe moins. Ces espèces englobent les céréales cultivées, qui constituent la base alimentaire des populations (mil, sorgho, maïs). Le type CAM (métabolisme acide des Crassulacées) est également bien adapté à ces conditions particulières, mais concerne peu d'espèces, les plantes succulentes étant peu fréquentes au Sahel contrairement à d'autres régions sèches. Ce sont ces formes d'adaptation des plantes au climat qui pourraient jouer dans le cadre du changement climatique. Une grande hétérogénéité spatiale liée à celle des pluies ou à celle de leur redistribution en surface par ruissellement ou par écoulement de subsurface s'ajoute à la saisonnalité et conditionne la répartition et la disponibilité de la végétation dans l'espace.

Les espèces animales, sauvages comme domestiquées, sont aussi caractérisées par leurs aptitudes à résister à la chaleur, à s'abreuver irrégulièrement et à s'alimenter de façon opportuniste, tout en mobilisant facilement leurs réserves corporelles en périodes difficiles.

Le modèle des « 3M » : mobilité, multiactivité, multifonctionnalité

L'adaptation des systèmes de subsistance à la variabilité environnementale des ressources repose sur la diversité spécifique et variétale (cycles longs, cycles courts) des plantes cultivées pour valoriser l'hétérogénéité édaphique des sols, la pratique de la jachère, ainsi que la complémentarité entre des zones peu arrosées et peu fertiles et des zones mieux pourvues en ressources (oasis, plaines inondables et casiers rizicoles, jardins fumés et arrosés). Pour l'élevage, avec la sélection millénaire de races animales, c'est la mobilité pastorale journalière et locale, mais aussi saisonnière et régionale, qui est le principal mode d'adaptation. Cette mobilité est associée à un foncier communautaire ou public qui permet une gestion adaptative de l'espace en fonction de la disponibilité

inter- et intra-annuelle des ressources, selon des droits d'accès négociés pour des usages spécifiques : abreuvement, pâture, cueillette, coupes de bois.

Ces pratiques tendent à renouveler la fertilité des sols et atténuent les processus de dégradation des terres, voire favorisent leur régénération, ne serait-ce que par le caractère extensif de l'exploitation des ressources qui en résulte. Aux faibles rendements des cultures correspondent de faibles exportations de nutriments des sols. Les mobilités pastorales entraînent de faibles prélèvements fourragers en un lieu et à une saison, par la pâture toujours sélective et opportuniste. Les cueillettes de fruits et de bois sont aussi partielles, car sélectives. En outre, la pratique de la jachère, la gestion des effluents du bétail par parcage et fosses fumières, l'épandage de fumiers et des détritiques ménagers contribuent directement à la reconstitution de la fertilité des sols. C'est aussi le cas des pratiques agroforestières qui ont établi et entretiennent les parcs agroforestiers et bocages. La diversification des activités et le départ de population vers des zones moins denses et aux conditions agroclimatiques plus favorables, ou vers les pôles urbains, font partie des stratégies paysannes dans les zones de saturation foncière et contribuent à renforcer les complémentarités régionales pour augmenter la sécurité alimentaire et baisser la pression anthropique sur les ressources naturelles locales.

Un équilibre aujourd'hui remis en question

Les changements globaux (changement climatique, croissance démographique, urbanisation, mondialisation) ont de lourdes conséquences sur les territoires ruraux des zones arides, semi-arides et subhumides sèches. L'augmentation de la pression anthropique, des prélèvements en ressources et la réduction des temps de jachère, voire leur disparition, conduisent à des phénomènes de dégradation des sols. Jusqu'à présent, les agriculteurs et agricultrices ont pu adapter leurs semences avec de nouvelles espèces et variétés, venues parfois de loin, par les marchés ou le déplacement des personnes (p. ex. remplacement des variétés à cycle long par des variétés à cycle court pendant les périodes de sécheresse). Ils ont aussi diversifié les cultures et leurs activités



pour assurer leur propre sécurité alimentaire et approvisionner les villes. L'ampleur du changement climatique impose toutefois des adaptations culturelles (variétés photopériodiques, aménagement des parcelles, encadrement agricole) sans commune mesure avec les adaptations passées qu'il faudra accompagner. L'augmentation du cheptel participe à la pression sur les ressources naturelles. La vitesse et le modèle de l'urbanisation ont aussi un rôle très fort dans la dégradation des terres, en raison d'une forte augmentation de la demande en ressources alimentaires, énergétiques, matériaux de construction.

Dans ce contexte, certaines pratiques anciennes peuvent, selon leur nature et leur intensité, générer une dégradation du couvert végétal ou des sols, telles que les feux sur les plantes annuelles sahéliennes et les coupes d'arbres qui affectent des espèces particulièrement recherchées pour leur bois d'œuvre (*Prosopis africana*, *Dalbergia melanoxylon*, *Sclerocarya birrea*, *Hyphaene thebaica* au Sahel p. ex., *Pterocarpus erinaceus*, *Khaya senegalensis*, *Borassus aethiopum* plus au sud). De nouvelles pratiques, comme le ramassage des chaumes de céréales pour une exportation du champ et le ratissage des pailles sur les parcours, sont de plus en plus courantes et, en réduisant la restitution organique et minérale aux sols, contribuent à la lente baisse de leur fertilité et donc à la désertification. La pratique de la jachère n'est efficace que si elle est maintenue pour un nombre d'années qui dépend des propriétés intrinsèques des sols (au moins 3 à 5 ans au Sahel), mais cela implique qu'elles occupent une large part du paysage, ce qui est souvent incompatible avec les besoins croissants en terres agricoles. De même, les sources d'effluents animaux peuvent satisfaire au maintien de la fertilité des sols d'une parcelle cultivée, mais sont souvent insuffisantes pour maintenir la fertilité des sols agricoles à l'échelle d'un territoire villageois ou d'une entité territoriale.

Les limites des solutions techniques et un nouveau modèle à trouver

Pour faire face à ces processus de dégradation des sols, une diversité de pratiques est proposée par les projets de développement, avec plus ou moins de succès. Les aménagements antiérosifs avec mise en place de terrasses, digues filtrantes, dispositifs en

demi-lune pour contrôler les ruissellements de surface et limiter l'érosion hydrique sont largement préconisés et financés à l'international pour réhabiliter des terres dégradées par l'érosion hydrique. Il en va de même pour les techniques de fixation des dunes et sables vifs par implantation de haies mortes en damier. Les projets d'afforestation de type forestier, avec plantations de plants en ligne dans des parcelles protégées de tout autre usage, sont préconisés pour lutter contre la désertification, par exemple dans le projet de la Grande Muraille verte. Avec le recours à des engrais minéraux pour rehausser la productivité des terres cultivées et augmenter la production, toutes ces nouvelles pratiques ont pour objectif de réhabiliter les terres dégradées, mais ne relèvent pas de l'arsenal de stratégies paysannes d'adaptation au climat et à son changement. Elles relèvent plutôt du désir de rehausser la productivité des sols, ce qui peut être considéré comme un mode indirect d'adaptation au changement climatique par une meilleure valorisation de la contrainte hydrique. De la même façon, le recours à des suppléments, pour améliorer l'alimentation du bétail au cours des périodes les plus difficiles de la fin de saison sèche et du début de saison des pluies, est une adaptation indirecte des éleveurs au climat et à son changement *via* le maintien d'un meilleur embonpoint du bétail.

Ainsi, les solutions proposées par les projets de développement sont en décalage avec les pratiques ancestrales de gestion des ressources et des écosystèmes lorsqu'il s'agit de s'adapter aux variations saisonnières et interannuelles des ressources dans ces milieux variables dans le temps, et hétérogènes dans l'espace. Alors que les pratiques anciennes permettent une pression limitée et ajustée dans le temps sur les écosystèmes, en jouant sur les qualités adaptatives des espèces domestiquées, sur la saisonnalité et sur la mobilité, les projets de développement proposent des solutions techniques. Ces solutions reposent sur l'intensification agricole et l'augmentation de la productivité des sols, ainsi que sur l'aménagement des parcelles (systèmes antiérosifs, reforestation, réhabilitation des sols), et se cantonnent à des approches techniques. Centrées sur la parcelle, ces solutions ne proposent aucune innovation. Face à l'ampleur des changements à venir, mais aussi aux crises multiples qui ébranlent les systèmes de sécurité alimentaire et de gouvernance aux différentes échelles, de nouvelles pratiques s'imposent. Elles reposent



par exemple sur le développement de services (assurances sur les récoltes et le bétail, assurance médicosociale), sur l'intensification agroécologique et sur l'organisation de filières adaptées, pour améliorer la durabilité sociale, environnementale et économique de ces socioécosystèmes et pour lutter par la même occasion contre le phénomène de désertification.

QUELLES SONT LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE RÉHABILITATION DES TERRES AFFECTÉES PAR LA DÉSERTIFICATION ?

Bernard Bonnet, Patrice Burger, Jean Albergel, Thierry Heulin, Maud Loireau

La lutte contre la dégradation des terres est un enjeu majeur en zones sèches pour le développement de vastes territoires dont l'économie repose en grande partie sur l'exploitation des ressources naturelles renouvelables. Les capacités productives de ces territoires dépendent de l'interaction permanente des échanges saisonniers de main-d'œuvre et des flux de transhumance libérant les zones agricoles pour la saison des cultures.

Diminuer la dégradation des terres signifie :

- lutter contre l'érosion hydrique et éolienne ;
- augmenter la couverture ligneuse et herbacée des aires de pâturage et des champs cultivés ;
- accroître le stock de matière organique des sols pour intensifier durablement l'utilisation des terres agricoles existantes ;
- gérer les flux et échanges entre compartiments de l'écosystème et entre territoires ;
- définir et faire appliquer des politiques de gestion et de planification de l'utilisation des terres.

Pour les zones sèches, la conservation des eaux et des sols, la défense et restauration des sols (CES-DRS), ainsi que l'agroécologie (dont l'agroforesterie) rassemblent un ensemble de techniques diversifiées de réhabilitation des terres. Celles-ci ont été généralement conçues pour s'adapter à des réalités biophysiques, comme l'infiltrabilité des sols (meubles sableux ou indurés

encroûtés). Elles ont rarement été conçues pour s'adapter à la complexité des contextes sociaux et écologiques des territoires dans lesquels on cherche à les diffuser. C'est pourquoi la désertification perdure malgré les efforts faits pour la réhabilitation des terres. En outre, ces techniques ne valent que si elles s'inscrivent dans des modes de gestion qui peuvent en assurer la durabilité, en lien avec un cadre juridique adapté à une meilleure responsabilisation des populations gestionnaires des espaces « traités ».

La gestion durable des terres encourage, facilite et cherche à maintenir des systèmes d'utilisation des terres dans le respect de la culture et des attentes des usagers. Elle doit maximiser les avantages économiques et sociaux de la terre, tout en maintenant ou en améliorant les fonctions écologiques des écosystèmes au bénéfice de tous. Elle garantit le partage des ressources foncières entre utilisateurs tout en conservant les biens privés et publics. C'est dans ce cadre global que doivent s'inscrire et se combiner les techniques de réhabilitation des terres. Il faut les adapter aux contextes socioécologiques des terres concernées. Les « techniques » pour la réhabilitation des terres, complémentaires et nécessaires, se déclinent selon les quatre mesures suivantes.

Des mesures correctives visant à atténuer les risques aux infrastructures et aux personnes

À titre d'exemple, au sein des vastes espaces soumis à la désertification, il est fréquent que les infrastructures des localités habitées soient directement menacées d'inondation ou d'ensablement. Les ouvrages de protection et de correction à réaliser dans ce cas tentent par exemple de stabiliser les berges de cours d'eau, rendus très dévastateurs sous l'effet du ruissellement massif concentré à l'aval de bassins versants ayant perdu leur couvert végétal herbacé et ligneux. Ces investissements utilisent des techniques lourdes et coûteuses de gabionnage ou d'énrochement, de barrages et seuils d'épandage des crues, qui restent cependant très fragiles sans un traitement de plus grande ampleur pour freiner le ruissellement à l'échelle de l'ensemble du bassin versant concerné. À l'instar de cette illustration, les ouvrages de protection et de correction *a posteriori* impliquent souvent des investissements importants



qu'il est parfois difficile de mobiliser et qui peuvent s'avérer non pérennes si les causes du problème ne sont pas traitées.

Des techniques permettant de mieux exploiter les ressources naturelles

Au Sahel par exemple, une grande diversité de techniques a été développée pour s'adapter : cordons pierreux, diguettes, micro-barrages sur ravine, ensemencement des berges, terrasses, bandes paillées, clayonnage des dunes, plantations, semis directs, etc. Dans les terrains aux horizons de surface indurés imperméables comme le Plateau central burkinabé ou l'Ader nigérien, le « zaï » constitue un exemple de technique qui améliore la rétention de l'eau et des éléments nutritifs du sol, et qui contribue à la régulation des flux de ces derniers. Le zaï est une technique traditionnelle de culture en poquet dans des microbassins, qui permet de briser localement la croûte de battance pour concentrer l'infiltration de l'eau et d'activer la vie du sol par apport d'une fumure organique. Les graines de sorgho et de haricot y sont semées à l'arrivée des pluies. Cette technique simple permet la mise en valeur des espaces dénudés ou abandonnés, de réduire le ruissellement et l'érosion hydrique en favorisant l'infiltration sur les sols nus. En collectant la pluie de manière localisée, elle conduit à des récoltes sécurisées dans les zones bénéficiant d'au moins 400 mm de précipitations. Elle permet d'augmenter la superficie cultivable à faibles coûts et s'applique préférentiellement sur les terres dégradées, les glacis et les plateaux latéritiques. Elle régénère aussi les ligneux à travers les apports de poudrette de parc¹² contenant des semences d'arbres pâturés comme divers acacias.

En Afrique du Nord, en particulier au centre et au nord de la Tunisie, des travaux lourds mécanisés ont été réalisés pour systématiser l'aménagement à grande échelle de banquettes de terre anti-érosives, permettant de limiter le ruissellement et de collecter l'eau excédentaire dans des retenues collinaires.

12. Mélange de terre, d'urine et de bouses desséchées, recueilli sur les parcs à bétail en saison sèche.

Dans les vastes plaines sableuses densément peuplées du Centre-Est nigérien, l'agroforesterie permet le développement de véritables forêts agricoles (près de 120 arbres à l'hectare cultivé). Dans ces terroirs, soumis à la culture continue, le développement d'un parc agroforestier dense dominé par des légumineuses comme *Faidherbia albida* et *Piliostigma reticulatum* a permis de protéger les sols et les cultures, en améliorant la fertilité des sols par la stimulation des activités biologiques et le recyclage des éléments minéraux. Ces aménagements contribuent à augmenter les revenus par la vente de perches de bois et de fourrage issu des arbres, la vente ou transformation, par les femmes notamment, de produits forestiers non ligneux tels que les fruits, l'écorce, le miel.

LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE ASSISTÉE AU NIGER : UNE DYNAMIQUE EXCEPTIONNELLE DANS LES TERROIRS SATURÉS

Dès 1985, au sud du Niger, dans les régions densément peuplées de Maradi et de Zinder, les agriculteurs ont commencé à protéger et à réactiver la régénération naturelle assistée des arbres dans leurs champs (correspondant parfois à ce que les populations appelaient le défrichement contrôlé), en favorisant la croissance d'espèces d'arbres locales bien adaptées et à haute valeur ajoutée (*Faidherbia albida*, *Acacia* sp., etc.). La superficie concernée a atteint, dès 2005, 5 millions d'hectares, soit 15 à 20 fois plus d'arbres qu'en 1975.

Ces arbres n'ont pas été plantés, mais sont le résultat de la protection (défens) et de la gestion par les agriculteurs de la régénération spontanée. Ces derniers reconnaissent sans ambiguïté les multiples impacts de ce retour des arbres sur leurs terres : « les arbres sont pour nous comme le mil », « les arbres servent comme un brise-vent », « sans arbres, nos animaux n'auraient rien à manger », etc. Les arbres font partie du système de production et ont permis une plus forte intégration de l'agriculture, de l'élevage et de la foresterie.

La préservation des arbres dans les champs, la protection et la conduite de la régénération naturelle assistée sont les techniques les moins coûteuses et les plus faciles à adopter sur de grandes superficies afin d'assurer la gestion durable des ressources forestières et plus globalement afin de réhabiliter les terres.



Des modèles et des structures intégrées de gestion des ressources communes

L'usage de ressources communes nécessite la mise en place d'une organisation et de règles pour une utilisation partagée, équitable et non « dégradante » des ressources, ainsi que le suivi de leur application. Par exemple, des droits de prélèvement d'eau, les modalités de régulation de la collecte de bois de chauffage, les règles de gestion des pâturages collectifs conduisent à l'exploitation raisonnée des ressources. Plusieurs dispositifs concertés de gestion locale des ressources communes ont été développés avec succès dans différents pays, comme les conventions locales, les marchés ruraux de bois au Niger, les chartes pastorales intercommunales en Mauritanie et au Tchad. Ces processus de concertation, entre les usagers de ces espaces, facilitent l'élaboration de règles de gestion locale et la planification des aménagements à promouvoir pour une gestion durable des communs.

CONFORTER L'UTILITÉ ÉCOLOGIQUE DE LA MOBILITÉ PASTORALE

La bande de territoire comprise entre les isohyètes 400 et 100 mm de précipitations moyennes correspond à un espace fortement dominé par les activités pastorales transhumantes et d'agriculture pluviale. Saturées et en croissance démographique, les aires pastorales font face à la remontée des fronts agricoles. La végétation ligneuse contractée s'y régénère, après sa dégradation intervenue lors des grandes sécheresses de 1973 et 1984. Cette végétation dominée par les graminées annuelles est de grande qualité pastorale (pour la production laitière et la reproduction). Elle couvre ponctuellement des superficies considérables, desservies par de nombreuses mares temporaires (naturelles ou aménagées) ; ce qui est à l'origine des grands mouvements de transhumance qui permettent aux pasteurs, agropasteurs et éleveurs de valoriser ces terres pendant quelques mois de l'année, avant de se replier plus au sud vers les aires où la pluviosité est plus favorable. L'élevage pastoral et agropastoral domine ces espaces et valorise des ressources naturelles variables d'une année à l'autre selon la pluviosité. L'implantation des sociétés humaines sous de telles

.../...

.../...

contraintes n'est possible que grâce à des points d'eau permanents en saison sèche et à la mobilité des troupeaux indispensable pour s'adapter à la disponibilité irrégulière des pâturages.

La sécurisation de cet élevage mobile et transhumant particulièrement adapté à la variabilité des écosystèmes arides constitue une action importante contribuant à la lutte contre la désertification. Elle intègre un travail de planification et d'aménagement concerté de l'espace agropastoral, permettant de combiner des investissements en points d'eau pastoraux diversifiés et appropriés, des travaux de délimitation concertée des aires de pâturages et tronçons de couloirs de passage menacés dans les zones agricoles denses.

Des mécanismes institutionnels et politiques favorables

Cela passe par le développement de politiques de sécurisation du foncier motivant les acteurs locaux à investir dans différents aménagements ou dans des techniques de gestion nécessitant un temps plus long de retour sur investissement. La question de la responsabilisation des usagers dans la gestion des terres est ainsi particulièrement cruciale. Dans bien des cas, une gestion trop centralisée par les États peut contribuer à des pratiques induisant une dégradation des terres et des ressources communes qu'elles portent. Des processus de transfert effectifs des responsabilités de la gestion des terres au profit d'organisations des usagers reconnues ouvrent des perspectives favorables à la réduction des dynamiques de dégradation, comme à celles de régénération. Il s'agit donc d'élaborer et/ou réviser les politiques foncières, en développant des démarches qui associent légalité et légitimité, privilégiant le droit négocié et le renforcement de la gouvernance responsable. Les démarches en question doivent garantir une participation large, inclusive et éclairée des usagers à l'élaboration de ces politiques, à travers l'organisation de concertations multiacteurs ascendantes (du local au national), avec l'assurance du respect des accords internationaux sur la lutte contre la désertification, le changement climatique, la protection de la biodiversité.



QUELS SONT LES IMPACTS ET RÉSULTATS OBTENUS EN MATIÈRE DE LUTTE CONTRE LA DÉSERTIFICATION À CE JOUR ?

Jean-Luc Chotte

Les preuves les plus tangibles en matière d'impacts et de résultats de la lutte contre la désertification sont probablement de l'ordre de l'agenda politique et des initiatives internationales. En effet, si les actions de lutte contre la désertification à l'échelle des territoires sont très nombreuses et mises en œuvre depuis de nombreuses années, leurs impacts ne sont que rarement documentés sur le moyen et long termes.

L'une des 169 cibles de l'Agenda du développement durable

Le concept de *Zero net land degradation* (ZNLD) a été mentionné officiellement pour la première fois en 2011, par Luc Gnacadja, secrétaire exécutif (de 2007 à 2013) de la CNULCD, en préparation du sommet Rio+20. Lors de ce sommet, les chefs d'État ont ainsi adopté le concept de monde neutre en dégradation des terres qui a posé un cadre politique global. Les États ont ensuite demandé à l'interface Science politique de la CNULCD de préciser ce cadre conceptuel et de fournir une base scientifique solide pour la compréhension, la mise en œuvre et le suivi des progrès accomplis vers l'objectif de la dégradation neutre des terres¹³. À ce jour, 129 pays se sont engagés à établir des objectifs volontaires de dégradation neutre des terres et des mesures pertinentes pour atteindre cet objectif d'ici 2030. C'est le mécanisme mondial qui a pour mandat de faciliter la mobilisation de ressources financières pour mettre en œuvre la Convention. Il est l'opérateur de la Convention. Il travaille avec les pays en développement, le secteur privé et les donateurs pour mobiliser des ressources substantielles à l'intérieur et à l'extérieur d'un pays, afin de mettre en œuvre la Convention au niveau national. À ce titre, il a soutenu la création du fonds pour la dégradation neutre des terres (LDN Fund), une initiative dirigée par le secteur privé afin de collecter

13. Voir chapitre 3 « Que comprendre derrière l'expression "lutter contre la désertification" ? ».

des fonds pour des projets de lutte contre la désertification. En 2015, atteindre un monde neutre en termes de dégradation des terres est devenu l'une des 169 cibles (cible 15.3) des Objectifs de développement durable. Inscire la dégradation des terres dans les objectifs de développement durable illustre la prise de conscience des décideurs, au-delà des États affectés par la désertification.

Une diversité d'initiatives qui dépassent le seul périmètre de la CNULCD

L'initiative de la Grande Muraille verte, lancée en 2007 par les onze États de la bande sahélienne en Afrique, est sans conteste une initiative d'envergure pour la CNULCD, d'autant plus que, depuis mai 2021, la Convention héberge l'accélérateur de la Grande Muraille. L'accélérateur agit comme une plateforme chargée de renforcer, coordonner et suivre la mise en œuvre des projets de lutte contre la désertification. Cependant, il existe de nombreuses autres initiatives qui partagent cet objectif de faire des terres un levier du développement durable.

Le défi de Bonn¹⁴ en est une, voulue par l'Allemagne en 2011 au travers de son programme IKI (*International Climate Initiative*). Elle est mise en œuvre dans le cadre d'une collaboration entre l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) et le Fonds mondial pour la nature (WWF). Au niveau mondial, cette initiative a pour objectif de restaurer 150 millions d'hectares de paysages dégradés et déboisés d'ici 2020 et 350 millions d'hectares d'ici 2030. En 2017, le cap des 150 millions d'hectares restaurés est franchi. Cette initiative est déployée dans 61 pays. En Afrique, 10 pays se sont regroupés pour le lancement de l'*African Forest Landscape Restoration Initiative* (AFRI00), afin de restaurer 100 millions d'hectares de terres dégradées d'ici 2030.

La Décennie des Nations unies pour la restauration des écosystèmes

Le 1^{er} mars 2019, l'Assemblée générale des Nations unies adopte à l'unanimité une résolution, proclamant la période 2021-2030

14. <https://www.bonnchallenge.org/about>.



comme la « Décennie des Nations unies pour la restauration des écosystèmes ». Celle-ci a deux objectifs principaux. Elle ambitionne « d'appuyer et d'intensifier les efforts visant à éviter, enrayer et inverser la dégradation des écosystèmes », et de « sensibiliser à l'importance d'une restauration réussie des écosystèmes ». La résolution se veut fédératrice, tant au niveau des types d'acteurs impliqués qu'au niveau de la diversité des parties concernées. Un très large panel d'acteurs est en effet ciblé par la résolution : « les gouvernements, les organisations internationales et régionales et d'autres parties prenantes, notamment la société civile, le secteur privé et les milieux universitaires, [sont invités] à appuyer activement la mise en œuvre des activités de la Décennie ». La résolution mentionne aussi qu'« il importe d'associer pleinement toutes les parties intéressées, y compris les femmes, les enfants, en fonction de leur stade de développement, les jeunes, les personnes âgées, les personnes handicapées, les peuples autochtones et les populations locales ».

L'émergence de réseaux de partage de connaissances dédiés à la lutte contre la désertification

Très rapidement, le sentiment partagé par tous les acteurs de la nécessité d'échanger les connaissances pour la mise à l'échelle d'actions réussies de lutte contre la désertification a conduit à la mise en place d'une plateforme. Lancé en 1992, le réseau World Overview of Conservation Approaches and Technologies¹⁵ répond à cette ambition. Ce réseau mondial facilite le partage des connaissances aux niveaux local, national, régional et mondial, créant ainsi un espace innovant de partage des bonnes pratiques pour lutter contre la dégradation des sols, le changement climatique et la perte de biodiversité. Il facilite ainsi l'analyse des bonnes pratiques qui fonctionnent (où, comment et pourquoi) et de leurs coûts et avantages. Cette plateforme décrit plus de 2 000 pratiques et techniques de lutte contre la désertification, provenant de plus de 130 pays dans le monde. Dans cinq des 36 décisions prises lors de la Conférence de parties en mai 2022 à Abidjan, elle est reconnue par les États pour son rôle

15. <https://www.wocat.net/en/about-wocat>.

dans la formation et le partage des connaissances, et comme un levier pour renforcer les collaborations entre tous les acteurs. Elle compte plus de 400 utilisateurs et contributeurs aux données.

Des impacts d'actions sur le terrain trop rarement documentés

La plateforme WOCAT permet de collecter les données sur les impacts des actions de lutte contre la dégradation des sols, le changement climatique et la perte de biodiversité. Les services qu'elle procure (partage de connaissances, formation, aide à la décision) sont très utiles. Néanmoins, il faut reconnaître que le nombre limité de pratiques recensées (2 000), au regard de la multitude d'initiatives, d'actions, de programmes mis en œuvre, limite son rayonnement. En effet, seule une fraction minimale des actions est documentée. Plusieurs raisons à cet état de fait :

- des effets des actions de lutte contre la désertification qui ne sont mesurables que sur le moyen (10 ans) ou le plus long terme, comme le stock de matière organique des sols ;
- une durée des projets (et de leur financement) inadaptée à ce suivi à moyen et long termes ;
- le manque d'un cadre précis définissant les indicateurs à mesurer ;
- des indicateurs trop souvent définis par la recherche et trop souvent inaccessibles pour les acteurs et/ou inadaptés aux conditions locales ;
- un manque de soutien pour la formation des acteurs à l'acquisition des données et des méthodes associées, et à leur archivage.

EN SAVOIR PLUS

Agrisud, 2020. *L'Agroécologie en pratiques*, Agrisud International, 245 p., téléchargeable sur <https://www.agrisud.org/mediatheque>.

Besbes M., Chahed J., Hamdane A., 2014. *Sécurité hydrique de la Tunisie : Gérer l'eau en conditions de pénurie*, éditions L'Harmattan, Paris, 358 p.

Chaibou M., Bonnet B., 2020. The arid pastoral and oasis farming system: Key centres for the development of trans-Saharan economies. *In : Farming Systems and Food Security in Africa: Priorities for science and policy under global change* (J. Dixon, D. Garrity, J.-M. Boffa, T. Williams,



T. Amede, C. Auricht, R. Lott, G. Mburathi, eds), Routledge, Londres et New York.

Deygout Ph., Treboux M., Bonnet B., 2012. Systèmes de production durables en zones sèches. Quels enjeux pour la coopération au développement ? MAEE, AFD, GTD/CARI, 135 p.

Faure S., Burger P. (eds.), 2013. *Agroécologie, une transition vers des modes de vie et de développement viables – Paroles d'acteurs*, Groupe de travail Désertification, ministère de l'Europe et des Affaires étrangères, <https://www.cariassociation.org/Publications/Agroecologie-une-transition-vers-des-modes-de-vie-et-de-developpement-viables>.

Gliessman S., 2016. Transforming food systems with agroecology. *Agroecol. Sustain. Food Syst.*, 40, 187-189.

Levard L. (ed.), 2023. *Guide pour l'évaluation de l'agroécologie – Méthode pour apprécier ses effets et les conditions de son développement*, Éditions du Gret et éditions Quæ, Versailles, 320 p.

Rochette R.M., ed., 1989. *Le Sahel en lutte contre la désertification : leçons d'expériences*. Ouvrage collectif CILSS (Comité inter-États de lutte contre la sécheresse au Sahel), GIZ, éditions Margraf, Weikersheim, Allemagne, 592 p.



QUELS SONT LES MÉCANISMES D'ACCOMPAGNEMENT DE LA LUTTE CONTRE LA DÉSSERTIFICATION ?

QUELS SONT LES DISPOSITIFS JURIDIQUES DANS CE CONTEXTE ?

Philippe Billet

Discrétion du droit

Rares sont les dispositions juridiques relatives à la désertification. Elles relèvent le plus souvent de la *soft law*, formule de droit souple qui n'engage les États qu'à développer des moyens pour satisfaire des objectifs, et non à obtenir des résultats. À l'origine, le Plan d'action pour lutter contre la désertification (1977) ne retient que des options matérielles : maintien d'un couvert végétal ligneux, programmes et projets de foresterie et d'agroforesterie, aménagement écologique des parcours pour développer et améliorer les terres de pâturage arides et semi-arides. La Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (1994) ne mobilise pas d'instruments juridiques, laissant aux États le choix des moyens pour satisfaire ses objectifs. Il s'agit « de lutter contre la désertification et d'atténuer les effets de la sécheresse dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique, grâce à des mesures efficaces à tous les niveaux » (art. 2). Cette efficacité repose, « entre autres », sur des principes-guides :

- « participation des populations et des collectivités locales » à la définition des programmes de lutte contre la désertification et/ou d'atténuation des effets de la sécheresse arrêtés ;
- coopération entre parties prenantes (pouvoirs publics, collectivités, ONG, exploitants des terres) « pour faire mieux comprendre, dans les zones touchées, la nature et la valeur de la terre et des rares ressources en eau, et pour promouvoir une utilisation durable de ces ressources ».



Quelques allusions au droit renvoient les États à la conclusion d'accords entre eux pour s'acquitter de leurs obligations ; à l'« adoption de démarches intégrées » ; à la « coopération entre les pays touchés [...] dans les domaines de la protection de l'environnement et de la conservation des ressources en terres et en eau qui ont un rapport avec la désertification et la sécheresse » et à la définition de « mécanismes institutionnels ».

Les pays affectés doivent, par ailleurs, renforcer la législation pertinente ou adopter de nouvelles lois, et élaborer de nouvelles politiques à long terme et de nouveaux programmes d'action.

La protection juridique des boisements et des sols

Les dispositions adoptées par les États visent essentiellement les boisements stabilisateurs, protecteurs et réparateurs. La loi n° 003-2011/AN du 5 avril 2011 portant code forestier au Burkina Faso soumet ainsi au régime forestier et à la protection y afférente les périmètres de restauration et de reboisement, et sanctionne sévèrement ceux qui procèdent à leur destruction. En Mauritanie, la loi n° 97-007 du 20 janvier 1997 va dans le même sens, protégeant « les forêts et terrains à boiser, les périmètres de reboisements ou de restaurations », mais aussi « les terrains qui étaient couverts de forêts, récemment coupées ou incendiées ou dégradées, mais qui seront soumis à la régénération naturelle ou au reboisement ». Cette loi régit le défrichement, qu'elle soumet à autorisation lorsqu'elle ne l'interdit pas formellement, notamment « dans des zones de protection dunaire », « dans des zones mises en défense », « sur une bande de 100 m à partir des limites des forêts classées » et « sur les versants montagneux présentant des risques d'érosion et de ravinement ». Par ailleurs, « le pâturage et le passage du bétail sont interdits dans les forêts classées, les périmètres de reboisement ou de restauration, les parcelles de forêts en voie de régénération naturelle ou dans les zones de repeuplement artificiel ». Enfin, elle régleme les droits d'usage, dont l'exercice est subordonné à l'état des peuplements et de la végétation. Ces droits peuvent être restreints ou suspendus pour sauvegarder le patrimoine forestier et supprimés sans compensation lorsque l'intérêt public l'exige. Les textes adoptés dans les autres pays africains (Niger, Côte d'Ivoire...) consacrent peu ou prou les mêmes principes.

Le développement de dispositifs juridiques en lien avec la désertification n'est pas limité à l'Afrique. En Chine, par exemple, la Constitution de 1982 prévoit que « L'État organise et encourage la plantation d'arbres et le reboisement, et aussi protège les arbres et les forêts », avec de nombreuses dispositions encourageant la reforestation et la lutte contre l'envahissement du sable et la dégradation des sols.

Les difficultés d'application

Si le droit constitue un outil mobilisable contre la désertification, il peut aussi être un frein aux politiques de lutte et de remédiation. Cela tient notamment aux structures sociales et aux coutumes, aux régimes fonciers, aux politiques d'aménagement du territoire et aux modèles de propriété et d'utilisation de la terre qui limitent les plantations d'arbres (FAO, 1985). Il faut tenir compte également de la surexploitation des terres qui peut être engendrée « par le morcellement excessif des exploitations, dû aux lois successorales ou au droit foncier existants. Le surpâturage peut être provoqué par des droits traditionnels en matière d'utilisation des terres insuffisamment adaptés à l'évolution de la situation économique et démographique » (Sand, 1977). Ce qui impose de composer avec les droits locaux, coutumiers le plus souvent.

LA GRANDE MURAILLE VERTE FACE À UNE MULTITUDE DE RÉGLEMENTATIONS

La Grande Muraille verte doit tenir compte, sur son parcours, d'une multitude de réglementations, formelles ou spontanées, car l'adhésion des populations au projet suppose le respect de leurs règles traditionnelles et de leurs structures sociales. La volonté des partenaires financiers d'avoir des garanties juridiques se heurte à la réalité des droits d'usage fonciers consentis temporairement et personnellement, sur la base d'un accord oral des chefs coutumiers. En d'autres termes, il s'agit alors de composer avec un droit endogène loin des titres de propriété et autres écrits « rassurants », et difficile à faire évoluer.



Composition avec la réglementation « périphérique »

La réglementation propre à la désertification trouve un appui sur les textes relatifs au changement climatique en raison des liens entre les deux phénomènes, même si la désertification est accentuée par certaines pratiques humaines. Le rapport spécial du Giec de 2019, « Changement climatique et terres », s'en est fait largement l'écho. Il faut également se rapprocher de l'engagement pris par les États de « lutter contre la désertification, restaurer les terres et sols dégradés, notamment les terres touchées par la désertification, la sécheresse et les inondations, et s'efforcer de parvenir à un monde sans dégradation des sols » d'ici à 2030 (cible 15.3 des Objectifs du développement durable).

Un aspect moins connu de la désertification est celui des droits de l'homme, du fait de l'obligation qui peut être faite de quitter les lieux, faute de pouvoir vivre dans un environnement qui se dégrade progressivement. À défaut de consensus sur le statut de « réfugié » environnemental ou dénomination assimilée, les personnes se retrouvent sans droit lorsqu'elles franchissent les frontières d'un autre pays. Il en va de même pour certaines populations autochtones vivant en marge de l'État et qui, n'ayant pas été enregistrées à la naissance, voient leur statut d'apatride péjorer leurs conditions de vie, en se retrouvant privées des droits les plus élémentaires (alimentation, eau, logement, soins...).

Les dispositifs juridiques en Europe

L'Union européenne n'est pas à l'abri de la désertification. Le programme d'action général de l'Union pour l'environnement à l'horizon 2020 préconisait la mise en œuvre de la Convention sur la désertification après avoir constaté que : « La dégradation, la fragmentation et l'utilisation non durable des terres dans l'Union compromettent la fourniture de plusieurs services écosystémiques essentiels, mettent en péril la biodiversité et aggravent la vulnérabilité de l'Europe au changement climatique et aux catastrophes naturelles. La dégradation des sols et la désertification sont d'autres conséquences. » Mais, comme l'a souligné la Cour des comptes de l'Union européenne, il s'agit seulement d'encourager les États membres à prendre des mesures dans le but d'assurer que, d'ici 2020, « les terres soient gérées de

manière durable dans l'Union » et d'appliquer la Stratégie pour les forêts de 2013, dès lors que celles-ci « jouent un rôle central dans la lutte contre la dégradation des terres et la désertification ». Les mesures adoptées manquent cependant de cohérence (C. comptes UE, 2018).

Le projet de Directive sur la surveillance des sols et la résilience du 5 juillet 2023, qui formalise la Stratégie de 2021 pour la protection des sols à l'horizon 2030, classe la désertification parmi les facteurs de dégradation des sols, mais, au nom du principe de subsidiarité, ne comporte pas de mesures relatives à l'utilisation des sols, s'agissant d'une compétence partagée entre l'Union européenne et les États membres. Il se contente d'objectifs, dont la neutralité climatique et la résilience au changement climatique, ainsi que le respect des engagements internationaux en matière de neutralité de la dégradation des sols (COM(2023) 416 final).

La lutte contre la désertification et ses effets repose juridiquement sur toute une batterie de dispositions, de l'échelon international à l'échelon local, orales comme écrites, traditionnelles comme formalisées. Mais le droit, de papier ou de parole, n'a d'effectivité que s'il est mis en œuvre et impose de composer à la fois avec les autorités publiques et les populations. Ce chemin reste encore à faire.

QUELS DISPOSITIFS D'ACCOMPAGNEMENT DES ACTEURS DES TERRITOIRES POUR LUTTER CONTRE LA DÉSSERTIFICATION ?

Patrice Burger, Maxime Thibon, Sylvain Berton, Jean-Luc Chotte

La lutte contre la désertification et la dégradation des terres est indissociable des questions de développement. Les acteurs sont nombreux et leurs échelles d'intervention s'étendent du niveau très local aux niveaux national et global. À chacune de ces échelles correspondent des modes d'action qui se réfèrent à un ou plusieurs cadres d'appui. Ces cadres sont spécifiques aux bailleurs, aux ministères, aux autorités locales, aux États, aux organisations scientifiques, ainsi qu'aux organisations internationales. En conséquence, les dispositifs d'accompagnement



doivent répondre à cette diversité. Ils doivent ainsi comporter des éléments de politique publique, des apports ou préconisations techniques des acteurs de mise en œuvre et des financements d'origine variée. Ils doivent par ailleurs nourrir une vision à moyen et long termes de ce qui doit être fait, mais également favoriser l'émergence de scénarios prospectifs. Ces dispositifs d'accompagnement doivent pour cela assurer un certain nombre de missions.

Créer des tiers lieux pour mettre en résonance tous les acteurs

Parmi ces différents acteurs à associer, on trouve les décideurs publics. Les gouvernements nationaux, les autorités publiques territoriales ont un rôle clé dans la mise en place de politiques et de programmes pour lutter contre la désertification. Ils peuvent également mobiliser des ressources financières pour soutenir les initiatives de lutte contre la désertification.

Les organisations internationales et régionales impliquées dans la lutte contre la désertification, que sont les organisations des Nations unies (Unep, UNDP, FAO, Fida...), la Banque mondiale et le Fonds pour l'environnement mondial, peuvent apporter des financements, des conseils techniques, en assurant une coordination des efforts de différents acteurs.

Les organisations de la société civile, les organisations professionnelles et les organisations communautaires, qui, en raison de leur implication constante, sont des acteurs clés dans des initiatives de lutte contre la désertification, sont très souvent un maillon essentiel de l'articulation et de la synergie entre des politiques nationales et les politiques territoriales.

Les communautés locales sont les actrices directes dans la lutte contre la désertification, en adoptant des pratiques agricoles durables, en plantant des arbres et en gérant les ressources naturelles de manière responsable. De plus, elles sont dépositaires de connaissances des territoires et sont garantes de la maintenance des investissements réalisés.

Le secteur privé, à travers les entreprises, doit également jouer un rôle important dans la lutte contre la désertification, en adoptant des pratiques commerciales durables et en finançant

des projets de protection, de réhabilitation ou de restauration des terres dégradées.

Enfin, les acteurs académiques que sont les centres nationaux et internationaux de recherche et les universités, en mettant leurs expertises, leurs compétences et leurs dispositifs de formation (curricula, école doctorales) des étudiantes et étudiants, doivent hybrider leur savoir au sein de ces tiers lieux.

Développer et mettre en œuvre des outils de concertation multiacteurs

Il convient de promouvoir les approches participatives non seulement sur la mise en œuvre des actions de lutte contre la désertification, mais également pour élaborer une vision à moyen terme et long termes, et anticiper les choix qui en découlent.

Renforcer les compétences et les capacités de tous les acteurs

Les programmes de formation et de sensibilisation visent à renforcer les capacités notamment des acteurs locaux pour adopter des pratiques durables de gestion des terres et de l'eau. Ces acteurs locaux sont en particulier :

- les acteurs des filières agricoles (exploitations agricoles, organisations professionnelles, opérateurs à l'amont et à l'aval de la production) ;
- les acteurs en appui au secteur agricole (services techniques, structures privées d'appui, organisations de la société civile, organismes nationaux de recherche) ;
- les acteurs gestionnaires des territoires (autorités locales, régionales et nationales, autorités traditionnelles et coutumières).

Favoriser la mobilisation et le partage de toutes les connaissances : concertation et cogestion

La mise en place de cadres de concertation permet de coconstruire des stratégies d'intervention sur la base d'une vision partagée de l'état du territoire, des enjeux et des actions à mener. La mise en place de plateformes de cogestion permet de co-opérer des plans d'action tenant compte des rôles, compétences et moyens de chacun des acteurs engagés. Si les cadres de concertation sont en général assez aisés à promouvoir et animer, les plateformes de cogestion sont beaucoup plus difficiles à mettre en place et



opérationnaliser. Ce sont pourtant elles qui « *in fine* » sont chargées de la mise en œuvre des plans d'action, de leur évaluation, et qui sont garantes de la durabilité des actions de développement.

Favoriser un développement inclusif et améliorer la résilience face aux crises : du local au global

Une intervention efficace à l'échelle des territoires doit ainsi être spécifique pour identifier des réponses locales adaptées à la lutte contre la désertification, multiacteur pour partager une vision du territoire et de ses trajectoires de développement, et plurisecteur pour développer des synergies d'intervention.

La démarche vise, au travers des dispositifs mis en place, à agir au plan agroenvironnemental pour réhabiliter, restaurer et préserver les espaces agricoles et assurer une meilleure gestion des ressources naturelles. Au plan économique, elle vise à faciliter le développement de filières créatrices de sécurité alimentaire, de valeur ajoutée et d'emploi. Au plan socioculturel, elle facilite l'accès à l'information, au conseil et à la formation. Au plan politique, il s'agit d'adapter les cadres institutionnels pour lever les contraintes, sécuriser l'environnement économique et promouvoir l'équité sociale.

Renforcer le partenariat public-privé

Dans certains cas, il existe des initiatives comme l'Initiative d'Ankara, l'Initiative de Changwong, l'Initiative d'Abidjan ou l'Initiative de la Grande Muraille verte du Sahara et du Sahel (comprenant 11 États de la rive sud du Sahara et qui s'étend actuellement vers l'Afrique australe). Cette dernière bénéficie d'un « accélérateur » consistant en un engagement de nombreux bailleurs. Il est notamment nécessaire dans ces initiatives de mobiliser les partenaires du secteur privé. Un tel partenariat doit conduire à l'élaboration d'une stratégie pour la gestion des risques, qui repose aujourd'hui sur les épaules des acteurs de terrain par la mise en place d'outils appropriés.

Déployer une politique structurante et incitative pour de grands programmes

Les politiques de conservation des terres doivent s'inscrire dans le long terme, en comportant des mesures phares telles que la

règlementation de l'utilisation des terres, la protection des zones sensibles à la dégradation et la promotion de pratiques agricoles durables. De telles politiques seraient favorables aux programmes :

- de conservation des sols, car ces programmes visent à promouvoir des pratiques agricoles durables pour protéger les sols de l'érosion et de la dégradation. Citons les initiatives de restauration/réhabilitation des terres dégradées passant par des pratiques de gestion durable des terres telles que la plantation d'arbres, l'agroforesterie, la régénération naturelle assistée, la gestion des pâturages et la conservation des sols ;
- de reboisement, car ils encouragent la plantation d'arbres pour améliorer la qualité du sol, réduire l'érosion et fournir des habitats pour la faune ;
- de gestion de l'eau, car ils visent à améliorer la disponibilité et la qualité de l'eau pour les cultures, les animaux et les humains, tout en réduisant l'érosion et la dégradation des sols ;
- de renforcement de la connectivité entre zone rurale et zone urbaine, entre zone anthropisée et réserve naturelle.

QUELS SONT LES EFFORTS DE RECHERCHE POUR LUTTER CONTRE LA DÉSSERTIFICATION ?

*Jean-Luc Chotte, Christine Raimond, Hélène Soubelet,
Maud Loireau*

Enrichir les connaissances sur la dégradation et la réhabilitation/restauration des terres

La lutte contre la désertification mobilise des expertises de nombreux domaines scientifiques appartenant aux sciences humaines et sociales (géographie, sociologie, gestion), aux sciences de l'environnement (climat, écologie, pédologie hydrologie, agronomie, foresterie) et aux sciences des données et des modèles (télé-détection). Il convient de maintenir l'excellence de cette recherche, mais il est également indispensable d'expérimenter, d'observer et de modéliser à l'interface de ces domaines scientifiques. Par ailleurs, les approches centrées uniquement sur l'un de ces domaines n'apportent pas assez de distance pour comprendre l'entière des causes de la désertification, ni la



gravité/vitesse de la dégradation, en particulier de l'irréversibilité ou non du phénomène observé, et donc d'apporter des solutions appropriées et efficaces. En effet, la dégradation des terres est le résultat d'un enchevêtrement de causes liées :

- au choix des modèles de production et de consommation ;
- à la disponibilité des ressources naturelles face au changement climatique et à l'augmentation des besoins pour satisfaire une population croissante ;
- aux conflits d'usage des terres pour répondre à des enjeux parfois opposés (cultiver, conserver, restaurer, reforester) ;
- à l'exclusion sociale (jeunes, femmes) ;
- à la gouvernance locale, nationale et globale ;
- à la sécurité de certaines régions.

De nombreux liens sont difficiles à préciser, comme ceux de la désertification avec les systèmes fonciers et les migrations, mais aussi avec la biodiversité ou le climat. La recherche doit éclairer les synergies et les compromis entre les solutions à apporter dans ce contexte mouvant et complexe, en produisant des connaissances multidisciplinaires et des données associées.

La communauté de recherche des pays affectés, mais également la communauté scientifique internationale, sont, depuis de nombreuses années, fortement mobilisées dans l'étude des causes de la désertification ainsi que dans la production de connaissances pour éviter, réduire la désertification et restaurer/réhabiliter les terres dégradées des zones arides, semi-arides et subhumides sèches. En effet, une analyse des récentes publications répertoriées dans les principales bases de données indique que, ces dix dernières années, près de 400 articles sont parus sur ces sujets dans des journaux scientifiques. Par ailleurs, de nombreux programmes de recherche ont été déployés dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches. Pour aller plus loin, nous estimons que les efforts de la recherche doivent s'articuler autour des points suivants.

En sciences des systèmes complexes

Il serait intéressant d'inventer, consolider, généraliser des approches, modèles (modèles symboliques de représentation

des connaissances, modèles numériques de simulation, modèles de données...) et outils pour :

- permettre de comprendre, simuler et suivre les évolutions des causes, mécanismes et conséquences de la dégradation des terres en zones aride, semi-aride et subhumide sèche, selon différents points de vue et niveaux de décision et d'action ;
- accélérer le temps de la réalisation du diagnostic avant l'action de lutte contre la désertification, sans perdre la qualité du diagnostic ;
- faciliter les boucles itératives entre formalisation de la connaissance enrichie et adaptation des modèles/outils (mieux connecter les humains aux machines) ;
- produire des analyses longitudinales sur des processus de dégradation et régénération lents ;
- analyser les vulnérabilités induites et des modèles techniques et institutionnels à mettre en œuvre aux différentes échelles pour réduire la dégradation des terres.

En sciences sociales et cognitives

Des règles d'organisation des sociétés et de leurs territoires pourraient être définies de manière à ce qu'elles :

- reconnaissent la voix et les droits de tous ;
- organisent l'action (scientifique, politique, citoyenne) à différentes échelles (de temps et d'espace) et différents niveaux d'organisation ;
- soient connectées entre elles, se fondent sur des repères culturels d'ordre éthique, de qualité de vie (et s'inscrivent dans la durée) ;
- intègrent rapports de force, conflits, négociations, inhérents à la démocratie et ses principes.

Il serait également utile d'inventer, consolider, généraliser les approches, mécanismes et outils qui permettent de les définir, et les respecter :

- pour faciliter et améliorer une gestion et une gouvernance adaptée, équitable, etc. ;
- pour organiser les synergies et les compétences (scientifiques, politiques, citoyennes) relatives à l'adaptation, à la restauration, à la réhabilitation en un lieu.



En sciences des interfaces sociétés-milieux-espaces

Afin de mieux connecter l'homme à la « nature », il conviendrait d'enrichir la connaissance sur les mécanismes qui lient l'homme aux terres et leurs écosystèmes, dont il dépend pour respirer, s'alimenter, être en bonne santé.

L'OBSERVATOIRE OBS-SOMAGE MARADI, NIGER

L'Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi (UDDM), au Niger, porte le projet d'un observatoire scientifique sociétés-milieux en appui à la gestion durable des terres de Maradi (ObS-SoMAGE Maradi). Ce dispositif d'observation et de collecte de données multidisciplinaires complète les observatoires comme AMMA-CATCH¹⁶ et l'Observatoire santé population environnement de Niakhar¹⁷. Ses objectifs spécifiques, notamment dans le cadre de l'initiative 4P1000¹⁸, sont de contribuer pour les zones sèches au développement d'un cadre de référence scientifique incluant les aspects socioéconomiques et qui montre le potentiel de la santé des sols dans la séquestration du carbone.

En sciences écologiques

Il serait utile de poursuivre les recherches sur :

- la compréhension des fonctions écologiques essentielles au bon fonctionnement des écosystèmes ;
- la caractérisation de l'intégrité écologique des zones arides, semi-arides et subhumides sèches ;
- les dynamiques écologiques à toutes les échelles de temps, des interactions à l'évolution, en passant par l'adaptation des communautés aux pressions anthropiques, et en incluant les actions de protection, réhabilitation, restauration des terres ;
- les dynamiques des services écosystémiques que les populations retirent des zones arides, semi-arides et subhumides, les compromis entre ces services et notamment entre les services de

16. <http://www.amma-catch.org>.

17. <https://lped.info/wikiObsSN/?Faidherbia-Flux>.

18. <https://4p1000.org>.

régulation, du climat, de la qualité et quantité de l'eau, des pathogènes, et les services de production d'alimentation et d'énergie ;

- l'évaluation des solutions fondées sur la nature ou les approches basées sur les écosystèmes comme alternatives au tout technologique, souvent plus coûteux et moins durable ;
- les solutions d'un usage durable de la biodiversité des écosystèmes arides, semi-arides et subhumides ;
- le partage juste et équitable des avantages issus de la biodiversité et des services écosystémiques entre et avec les populations locales.

Promouvoir de nouvelles façons de faire de la recherche

En soutien aux efforts pour acquérir de nouvelles connaissances dans ces différents domaines scientifiques, il est également nécessaire de promouvoir de nouvelles modalités de recherche.

Transdisciplinarité : s'unir à d'autres acteurs pour innover

Il n'est pas rare d'opposer recherche fondamentale motivée par la découverte et recherche appliquée associée à l'innovation. Cependant, recherches fondamentale et appliquée sont perméables. L'exemple le plus illustre est Louis Pasteur. Grâce à ses travaux sur la pasteurisation et la croissance microbienne, il a non seulement fait progresser la compréhension de la nature des maladies, mais a également contribué au déploiement d'une technologie qui est toujours utilisée aujourd'hui, la vaccination. Le travail de Pasteur est à la fois innovant et fondamental. Pasteur a abordé les questions scientifiques avec le « désir de résoudre une énigme ». Il illustre la convergence entre recherche fondamentale et appliquée. Comprendre l'enchevêtrement des causes de la dégradation des terres, en proposant des solutions adaptées aux enjeux de développement durable, nécessite que les chercheurs mêlent leurs savoirs aux savoirs des autres acteurs impliqués dans la lutte contre la désertification. En effet, il nous semble important que tous les acteurs puissent s'écouter, comprendre la diversité des visions des causes et des solutions, et aussi puissent entendre de possibles contraintes de déploiement de ces solutions sur les territoires. S'unir dans la diversité est un gage de réussite au plus proche des besoins des bénéficiaires, urbains et ruraux. C'est également un gage de la promotion d'innovations qui répondent à ces besoins. Parmi les nombreux exemples



à disposition, on peut citer la mise en place d'un partenariat multiacteur autour de l'inoculation des plantes cultivées par des microorganismes, dont le succès a été conditionné par de solides bases scientifiques et la création de liens de confiance entre les chercheurs et les agriculteurs réunis dans des sites de recherche et de démonstration (notamment au Sénégal).

Un autre exemple d'innovation, s'appuyant sur les fonctions des écosystèmes et la biodiversité, est le recours à la régénération naturelle assistée (RNA) pour favoriser une restauration plus pérenne, plus robuste, plus résiliente face au changement climatique, car plus proche des dynamiques naturelles de succession écologique. Depuis le milieu des années 1980, des expérimentations ont été menées au Niger, au Mali, au Kenya. Leurs évaluations scientifiques ultérieures ont montré, par exemple, que la régénération naturelle avait permis d'augmenter les rendements du mil et du sorgho de 30 % au Mali, que le retour des arbres avait permis d'augmenter les revenus du maïs, du miel et du lait de 170 à 900 %.

Interdisciplinarité et construction de réseaux scientifiques pérennes et des observatoires scientifiques

La nécessité de franchir les frontières des disciplines scientifiques répond aux besoins croissants de documenter l'ensemble des dimensions du fonctionnement des socioécosystèmes. Renseigner leurs interactions entre les dimensions environnementales, sociales et économiques, et leurs dynamiques au cours du temps est une démarche essentielle. Elle repose sur une recherche interdisciplinaire. Le terme interdisciplinarité est utilisé pour décrire les interactions et la coopération de plusieurs disciplines scientifiques réunies autour d'objets et de projets communs. Cela ouvre, pour chaque discipline sollicitée, des perspectives de recherche en dehors leur propre périmètre. Données, méthodes, outils, théories et concepts issus de disciplines différentes sont mis en commun et confrontés. Les scientifiques, très souvent formés dans un unique domaine scientifique, doivent être encouragés dans leur pratique d'une recherche en interdisciplinarité pour mieux intégrer les différents points de vue. Des financements ciblés, une formation à l'interdisciplinarité et une reconnaissance par les pairs sont les leviers de cet encouragement.

Lutter contre la dégradation des terres s'inscrit dans le long terme. Les collaborations entre chercheurs et entre chercheurs et autres acteurs sont bien réelles dans le cadre de projets. Il est essentiel, au-delà de ces projets, de pérenniser ces collaborations en créant des réseaux scientifiques pérennes et des observatoires scientifiques ancrés dans les territoires en appui à la gestion des terres et des territoires. Expérimenter, observer, modéliser, coconstruire des solutions, éclairer les décideurs, encourager l'interdisciplinarité et l'intersectorialité ne peut se satisfaire du temps des projets. Mettre en réseau les sites, bâtir et soutenir des réseaux scientifiques sur le long terme est essentiel, pour :

- accompagner les acteurs locaux dans la conception et l'adaptation de systèmes innovants de gestion durable des terres ;
- collecter des données multidisciplinaires utiles pour alimenter la décision, mais aussi la prospective ;
- former des jeunes scientifiques.

Plusieurs outils, comme les laboratoires mixtes internationaux¹⁹, les « dispositifs de recherche et de formation en partenariat²⁰ » ou les réseaux internationaux de recherche, sont d'ores et déjà opérationnels. Renforcer ces dispositifs nous paraît important.

Consolider l'interface science-décideurs

Ces dernières années, la reconnaissance du rôle de la science pour éclairer les décisions s'est accrue. Dans le domaine de la santé, la mise en place d'un Conseil scientifique dans le cadre de la gestion de la crise de la Covid-19 est l'exemple connu de tous. Ces mécanismes, qui permettent à la science d'apporter des options pour la résolution de problèmes complexes, existent au niveau international, mais aussi aux niveaux très opérationnels des acteurs. Par exemple au niveau international, les États signataires de la CNULCD ont adopté, sur proposition de l'interface science-politique de cette convention, de retenir le carbone organique des sols comme le critère incontournable pour évaluer la lutte contre la désertification. Les décideurs que sont les agriculteurs doivent également pouvoir s'appuyer sur les

19. <https://www.ird.fr/laboratoires-mixtes-internationaux-lmi>.

20. <https://www.cirad.fr/nous-connaître/nos-partenariats>.



dernières connaissances de la recherche. Au Sénégal par exemple, un portail des données climatiques permet aux agriculteurs de prendre des décisions sur les meilleurs choix de culture adaptés aux conditions météorologiques. Ce portail a été développé à partir de modèles de croissance des principales cultures et des modèles climatiques déclinés à des échelles très locales. Il a été construit pour répondre aux besoins précis des agriculteurs²¹.

Ces exemples montrent l'efficacité de coconstruction de solutions au profit des décideurs publics ou acteurs de terrain. Les recherches sont encore nécessaires, à la fois pour comprendre les processus et améliorer les solutions proposées, mais aussi pour suivre les besoins des usagers et des gestionnaires, leurs propres compréhensions des phénomènes appréhendés et les solutions qu'ils envisagent à leur échelle.

COMMENT SE FORMER ?

Jean Albergel, Valérie Le Dantec, Quirico Migheli, Philippe Billet, Antoine Cornet

L'utilisation impropre de la terminologie « désertification », souvent synonyme de « sécheresse », rejoint la diffusion d'idées reçues qui sont à corriger. En effet :

- la désertification ne se réfère pas uniquement à la transformation des terres en déserts ;
- la désertification ne concerne pas que les régions désertiques de l'Afrique ;
- la désertification n'est pas seulement un phénomène naturel lié au climat ;
- la désertification n'est pas inévitable.

Ces idées indiquent combien il est important de former à la fois les jeunes générations d'étudiants, les enseignants et, de façon plus générale, les sociétés qui y sont de plus en plus largement confrontées. Cette formation doit s'attacher à combattre ces lieux communs, à développer une compréhension précise du

21. <http://geoportail.anacim.sn:8000/climap>.

phénomène et à partager les comportements et mesures efficaces et adaptés pour lutter contre la désertification.

Prévenir et lutter contre la désertification impliquent un partage des savoirs entre différents types d'acteurs :

- des experts sur les enjeux actuels et à venir de la désertification, pour pérenniser la recherche scientifique dans ce domaine et éclairer les actions à entreprendre ;
- des « avertis » à l'interface entre la communauté scientifique et les citoyens, capables de maîtriser les informations complexes pour renforcer les capacités d'analyse et de prise en compte des questions liées à la désertification par les acteurs des territoires dans la lutte contre la désertification ;
- des citoyens, des élus locaux, des décideurs, un jeune public.

Ce partage des savoirs doit se faire selon trois principales modalités.

La sensibilisation des populations et la diffusion d'informations à leur destination

Cette sensibilisation peut être réalisée par le biais de campagnes dédiées, de programmes éducatifs dans les écoles, d'ateliers communautaires et de médias locaux, de conférences, d'expositions et de journées spécifiques.

La Journée mondiale de lutte contre la désertification et la sécheresse, le 17 juin, est un exemple de ces événements qui visent à sensibiliser l'opinion publique aux problèmes de dégradation des terres, de désertification et de sécheresse dans le monde. Elle met en lumière les initiatives et les projets de lutte contre la désertification, de restauration des écosystèmes dégradés et de renforcement de la résilience des populations confrontées à la désertification.

De nombreux dossiers de sensibilisation à la désertification sont disponibles en ligne et dans plusieurs langues. Ils contiennent des informations essentielles sur les causes, les conséquences et les solutions à la désertification, et prennent la forme d'études de cas, de documents et de vidéos dans différentes régions du monde. Ils sont accessibles sur plusieurs sites web comme :

- la CNUCLD, <https://www.unccd.int> ;



- le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), <https://www.unep.org/fr> ;
- le Fonds pour l'environnement mondial (FEM), <https://www.thegef.org> ;
- le Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM), <https://www.ffem.fr/fr> ;
- le Comité scientifique français de la désertification (CSFD), <http://www.csfd.fr> ;
- le Comité permanent inter-États de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (CILSS), <https://www.cilss.int> ;
- le Centre d'actions et de réalisations internationales (Cari), <https://www.cariassociation.org...>

La formation au niveau élémentaire et secondaire

Au niveau élémentaire (jeune public), l'accent doit être mis sur la sensibilisation à la désertification, en utilisant des approches pédagogiques adaptées à l'âge des enfants. Des outils pédagogiques doivent être spécialement conçus pour sensibiliser les jeunes des écoles primaires à la désertification et à la gestion durable des terres. Ils permettent aux élèves de mieux comprendre les enjeux environnementaux et les actions possibles pour lutter contre la dégradation des terres, de manière ludique et éducative. Ils peuvent prendre différentes formes, telles que des livres, des jeux interactifs, des vidéos éducatives, des kits pédagogiques, des exercices pratiques en classe, des activités en plein air, etc.

Certaines ressources pédagogiques sont plus adaptées à l'apprentissage en classe, comme le kit pédagogique réalisé et mis à disposition par l'Unesco²².

En combinant différentes approches pédagogiques, les enseignants peuvent aider les jeunes à développer une conscience environnementale et à devenir des acteurs engagés pour la protection de notre planète. Ces jeunes pourront, pour cela, explorer des documents écrits, des ouvrages dédiés tels que le présent ouvrage ou les dossiers du CSFD²³. Des kits pédagogiques spécialement conçus pour les enseignants des collèges et lycées sont disponibles

22. <https://www.unesco.org/fr>.

23. <https://www.csf-desertification.org>.

pour sensibiliser les élèves à la désertification (présentations, fiches d'activités, jeux de rôles et exercices pratiques destinés à approfondir la compréhension des enjeux de la désertification (cf. sites UNCCD et PNUE).

La formation dans l'enseignement supérieur et l'enseignement en ligne

Dans l'enseignement supérieur, la formation sur la désertification doit être plus approfondie, pointue, en traitant notamment des mécanismes scientifiques sous-jacents, des modèles de changement climatique et des pratiques de gestion des terres à grande échelle. Des masters internationaux sur l'étude de la désertification sont généralement proposés dans des universités, des institutions de recherche et des organisations internationales qui se spécialisent dans les domaines du développement durable.

Certaines filières plus ou moins dédiées sont mises en place dans les pays directement concernés comme le très réputé master international sur *Desert Studies* (Ben-Gurion University of the Negev, Israël)²⁴ ou la formation doctorale *Land degradation and desertification* de l'université de Sassari (Sardaigne, Italie) en cotutelle avec l'UN University for Peace (UPEACE)²⁵, ou encore l'initiative *DNI Academy* récemment promue par le réseau international DesertNet International²⁶.

L'enseignement en ligne peut jouer également un rôle crucial dans la formation sur ce sujet. Il offre de nombreux avantages en termes d'accessibilité, de flexibilité temporelle et géographique, de collaboration et d'individualisation de l'apprentissage. Du fait de la spécialisation des formations initiales et du morcellement des notions dans l'enseignement actuel, les chefs d'entreprise, les cadres supérieurs, les décideurs, les responsables scientifiques et politiques n'ont pas toujours intégré toutes les dimensions et les enjeux associés, malgré les enseignements de qualité dispensés

24. https://in.bgu.ac.il/en/akis/pages/desert_studies/about-desert-studies.aspx.

25. <https://agrariaweb.uniss.it/it/post-laurea/curriculum-desertification-and-land-degradation>.

26. <https://www.desertnet-international.org>.



par les grandes écoles ou par les établissements universitaires. Compte tenu de leur faible disponibilité et de l'offre restreinte de formation continue, des podcasts pourraient être développés.

EN SAVOIR PLUS

Agrisud, 2020. *Agriculture et dynamiques de territoires*, Agrisud International, 213 p., téléchargeable sur <https://www.agrisud.org/mediatheque>.

Carey J., 2020. News feature: The best strategy for using trees to improve climate and ecosystems? Go natural. *PNAS*, 117 (9), 4434-4438, <https://www.pnas.org/content/117/9/4434>.

Cour des comptes de l'UE, 2018. Lutte contre la désertification dans l'UE, rapport n° 33.

FAO, 1985. Le rôle de la foresterie dans la lutte contre la désertification. *Cahier FAO Conservation*, 21.

Finet M., Derkimba A., 2015 *Pour une transition agroécologique dans les territoires soumis à la désertification : Proposition d'une démarche d'accompagnement*, Groupe de travail Désertification, téléchargeable sur <https://www.cariassociation.org/Publications/Pour-une-transition-agroecologique-dans-les-territoires-soumis-a-la-desertification>.

Morin-Kasprzyk M. (consultante), 2021. *Démarches de mise en œuvre de projets de territoire en zones sèches incluant la gestion durable des terres et agroécosystèmes*, Groupe de travail Désertification, téléchargeable sur <https://www.cariassociation.org/Publications/Demarches-de-mise-en-oeuvre-de-projets-de-territoire-en-zones-seches-incluant-la-gestion-durable-des-terres-et-agroecosystemes>.

Neyra M. *et al.*, 2012. Inoculation des plantes cultivées avec des micro-organismes symbiotiques : du transfert de technologie à la construction d'un partenariat multi-acteurs. In : *La Grande Muraille Verte : Capitalisation des recherches et valorisation des savoirs locaux* [en ligne], IRD Éditions Marseille, <http://books.openedition.org/irdeditions/3306>.

Sand P., 1977. La législation internationale en matière d'environnement. *Unasylva*, 29 (116).

Sultan B., 2020. Current needs for climate services in West Africa: Results from two stakeholder surveys. *Climate Services*, 18, 100166, <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2020.100166>.

Liste des auteurs

Albergel Jean

UMR Lisah, IAM, Place Viala
34060 Montpellier cedex 2
jean.albergel@ird.fr

Berton Sylvain

1 chemin de la bergerie
30260 Carnas
sberton.carnas@gmail.com

Billet Philippe

Institut de droit de
l'environnement
18 rue Chevreur, 69007 Lyon
philippe.billet@univ-lyon3.fr

Bonnet Bernard

Iram, 2214 bd de la Lironde,
Bât. 3
34980 Montferrier-sur-Lez
b.bonnet@iram-fr.org

Boulet Gilles

IRD, UMR CESBIO, IRD
Université de Toulouse
CNES/CNRS/IRD/UPS
31401 Toulouse cedex 9
gilles.boulet@ird.fr

Burger Patrice

CARI, 12 rue du Courreau
34380 Viols-le-Fort
patriceb@cariassociation.org

Chauvin Emmanuel

UMR LISST, Maison
de la recherche
5 allées Antonio-Machado,
31058 Toulouse
emmanuel.chauvin@univ-tlse2.fr

Chotte Jean-Luc

UMR 210 Écologie
fonctionnelle et biogéochimie
des sols et des agroécosystèmes
Montpellier SupAgro, Cirad,
INRAE, IRD
Place Viala (Bt. 12)
34060 Montpellier cedex 2
jean-luc.chotte@ird.fr

Cornet Antoine

173 rue de Bellevue
34980 Saint-Gély-du-Fesc
antoine.cornet@ird.fr

Descroix Luc

LMI Patrimoines et territoires
de l'eau (Pateo)
UMR 208 Patrimoines locaux
et Gouvernance
IRD, MNHN, Paris
luc.descroix@ird.fr



Diedhiou Arona

(1) Université Grenoble Alpes,
IRD, CNRS
Grenoble INP, IGE
38000 Grenoble
(2) African Centre of Excellence
on Climate Change
Biodiversity and Sustainable
Development
Université Félix-Houphouët-
Boigny, BP 582,
Abidjan, Côte d'Ivoire
arona.diedhiou@ird.fr

Droy Isabelle

LAM Laboratoire Les Afriques
dans le monde
11 allée Ausone
Domaine universitaire
33607 Pessac cedex
isabelle.droy@ird.fr

Heulin Thierry

LEMIRE/BIAM UMR
7265 Cité des Énergies
Cadarache
13115 Saint-Paul-lez-Durance
thierry.heulin@cea.fr

Hiernaux Pierre

30 chemin de Jouanal
82160 Caylus
pierre.hiernaux2@orange.fr

Ickowicz Alexandre

FAO-NSAP, Viale delle Terme
di Caracalla
00153 Rome, Italie
alexandre.ickowicz@cirad.fr

Le Dantec Valérie

Université Toulouse 3
UMR Cesbio
18 avenue Édouard-Belin
BPI 2801, 31400 Toulouse
cedex 9
valerie.le-dantec@univ-tlse3.fr

Leduc Christian

IRD, UMR G-EAU, BP 5095
34196 Montpellier cedex 5
christian.leduc@ird.fr

Loireau Maud

UPVD, Espace-Dev,
52 rue Paul-Alduy
66860 Perpignan cedex 9
maud.loireau@ird.fr

Migheli Quirico

Dipartimento di Agraria -
Nucleo di Ricerca
sulla Desertificazione NRD
Università di Sassari
Viale Italia 39A
07100 Sassari, Italie
migheli@uniss.it

Raimond Christine

MR Prodig, 5 cours
des Humanités
93322 Aubervilliers
christine.raimond@cnrs.fr

Rangé Charline

GRET, 45 bis avenue
de la Belle Gabrielle
94736 Nogent-sur-Marne
range@gret.org

Requier-Desjardins Mélanie
 CIHEAM-IAMM,
 3191 route de Mende
 CS 43999, 34093 Montpellier
 cedex 5
 requier@iamm.fr

Salles Jean-Michel
 UMR CEE-M,
 Campus INRAE-SupAgro
 2 place Viala, 34060 Montpellier
 cedex 2
 jean-michel.salles@umontpellier.fr

Scopel Éric
 UPR AÏDA, Cirad
 Av. Agropolis
 34398 Montpellier cedex 5
 eric.scopel@cirad.fr

Soubelet Hélène
 Fondation pour la recherche
 sur la biodiversité
 195 rue Saint-Jacques
 75005 Paris
 helene.soubelet@
 fondationbiodiversite.fr

Sultan Benjamin
 IRD, Maison de la Télédétection
 500 rue Jean-François-Breton
 34093 Montpellier cedex 05
 benjamin.sultan@ird.fr

Thibon Maxime
 Via Gian Domenico Romagnosi
 20 00196 Rome, Italie
 maxime.thibon@ifad.org

Tramblay Yves
 IRD, UMR HSM,
 Hydrosociences-Montpellier
 Université de Montpellier,
 34090 Montpellier
 yves.tramblay@ird.fr

Travi Yves
 1426 route de Selves,
 83210 Solliès-Ville
 yves.travi@univ-avignon.fr

Crédit photographique de la couverture :
désertification © FrankBoston (Adobe Stock 74530612)

Responsable éditoriale : Véronique Vétó
Coordination de l'édition : Anne-Lise Prodel
Édition : Mickaël Legrand
Mise en page :  EliLoCom
Achevé d'imprimer en décembre 2023
par ISIprint (France)
Numéro d'impression :
Dépôt légal : janvier 2024
Imprimé en France



Quelles sont les causes de dégradation de la végétation et des sols ? Quelles en sont les conséquences sur les écosystèmes, la biodiversité, les ressources en eau et le climat ? Quels sont les impacts sur les sociétés humaines et l'économie ?

Souvent perçue à tort comme un enjeu lointain pour nos pays européens, la lutte contre la désertification peine à émerger en termes de priorité environnementale. Pourtant, la désertification n'est pas une fatalité. Cet ouvrage nous démontre qu'elle n'est pas toujours liée au changement climatique et qu'elle n'a pas lieu uniquement dans les zones sèches, pourtant les plus exposées. Il clarifie le concept dans ses différentes déclinaisons géographiques, biologiques et socio-économiques.

En se basant sur les études scientifiques les plus récentes, les auteurs expliquent les méthodes et bénéfices attendus de la lutte contre la désertification et la dégradation des terres. S'adressant aux scientifiques, ONG, journalistes, étudiants, décideurs..., ils s'attachent à déconstruire nombre d'idées reçues afin de contribuer pleinement aux débats nationaux et internationaux.

Bernard Bonnet est zootechnicien et géographe pastoraliste, chargé de programme à l'Institut de recherches et d'applications des méthodes de développement.

Jean-Luc Chotte est pédologue à l'IRD, expert en dégradation des sols, ex-membre de l'Interface science politique de la convention Désertification et président du Comité scientifique français de la désertification (CSFD).

Pierre Hiernaux est ingénieur agronome et docteur en écologie, consultant à Pastoralisme Conseil grâce à ses 50 ans d'expérience en Afrique.

Alexandre Ickowicz est vétérinaire zootechnicien au Cirad, inspecteur général de Santé publique vétérinaire et expert en durabilité des systèmes d'élevage à la FAO.

Maud Loireau est ingénieure agronome et docteur en géographie. Elle mène des recherches en science de la durabilité à l'IRD.



éditions
Quæ

Éditions Cirad, Ifremer, INRAE
www.quae.com

16 €

ISBN : 978-2-7592-3803-3



ISSN : 2267-3032

Réf. : 02917