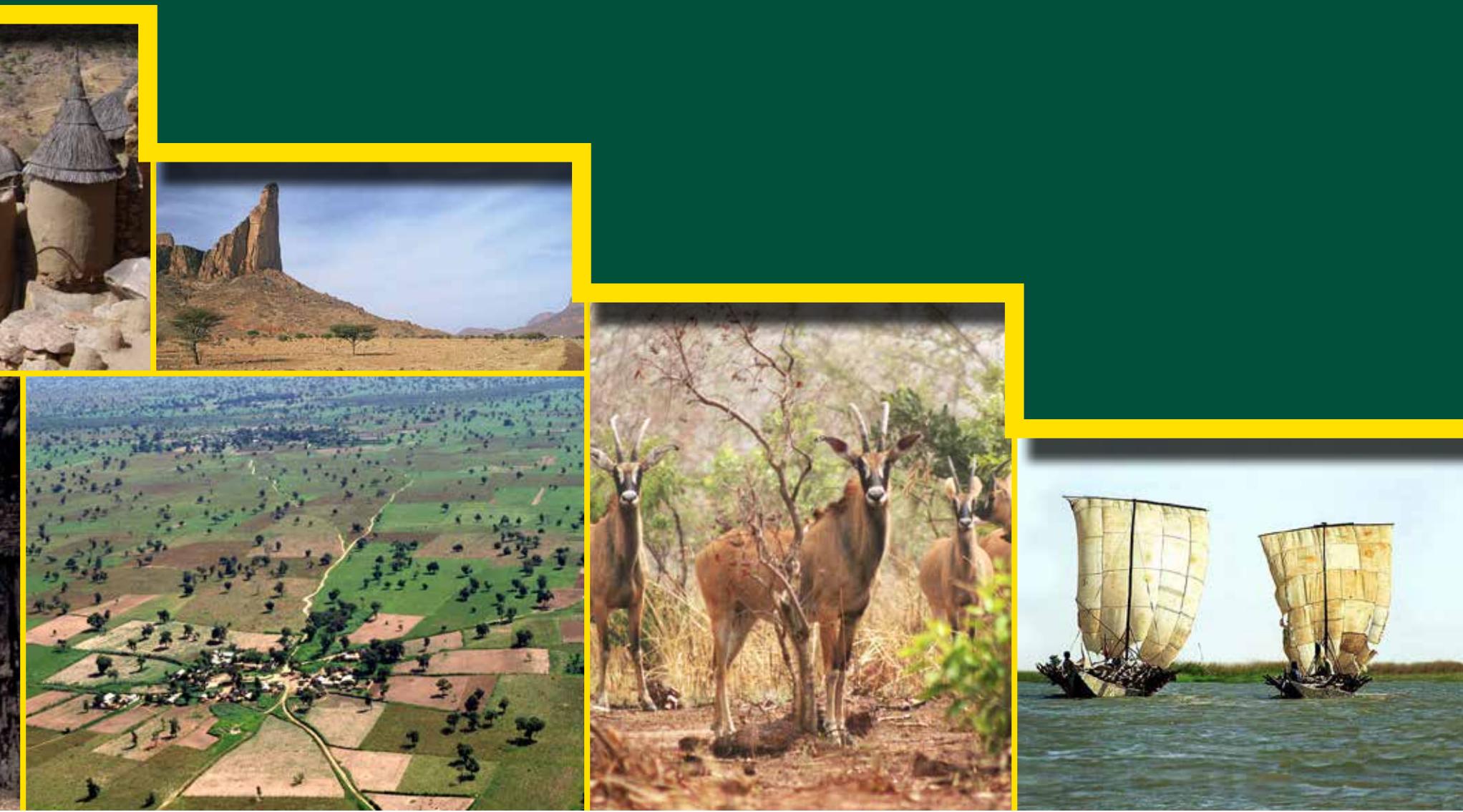


LES PAYSAGES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

UNE FENÊTRE SUR UN MONDE EN PLEINE ÉVOLUTION



Les Paysages de l'Afrique de l'Ouest

UNE FENÊTRE SUR UN MONDE EN PLEINE ÉVOLUTION



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



USGS
science for a changing world

Équipe de rédaction et de production

Comité Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS)

Issifou Alfari, Expert SIG et Télédétection

Edwige Botoni, Expert en Gestion des Ressources Naturelles

Amadou Soulé, Expert en Suivi et Evaluation

U.S. Geological Survey Earth Resources Observation and Science (USGS EROS) Center

Suzanne Cotillon, Géographe*

W. Matthew Cushing, Expert SIG

Kim Giese, Graphiste*

John Hutchinson, Cartographe

Bruce Pengra, Géographe*

Gray Tappan, Géographe

University of Arizona

Stefanie Herrmann, Géographe

U.S. Agency for International Development/West Africa

Nicodeme Tchamou, Conseiller Régional en Gestion des Ressources Naturelles et Changement Climatique

Financement du programme

Regional Office of Environment and Climate Change Response

U.S. Agency for International Development/West Africa

Accra, Ghana

Copyright ©2016, Comité Permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS)

Cette publication ne peut faire l'objet de revente ou toute autre activité commerciale sans l'accord écrit préalable du CILSS.

CILSS

03 B.P. 7049

Ouagadougou, Burkina Faso

Tel: (226) 30 67 58

www.cilss.bf

Citation:

CILSS (2016). *Les Paysages de l'Afrique de l'Ouest : Une Fenêtre sur un Monde en Pleine Évolution*. U.S. Geological Survey EROS, 47914 252nd St, Garretson, SD 57030, UNITED STATES.

L'utilisation du nom d'une marque, d'une société ou d'un produit est à but informatif et ne constitue en aucun cas un soutien officiel apporté par le gouvernement des États-Unis.

Préface ii
 Avant-propos iii

Remerciements iv
 Introduction vii

Chapitre 1: La Dynamique de l'Environnement en Afrique de l'Ouest..... 1

1.1 Paysages et Géographie Physique..... 3
 La Géographie Physique 3
 Les Régions Bioclimatiques 7
 Les Paysages du Désert du Sahara 11
 Les Régions Écologiques 13
 La Biodiversité et les Aires Protégées 16
 La Réserve de Biosphère du Complexe W-Arly-Pendjari 20

1.2 Approche de Suivi des Ressources Terrestres 25
 L'Imagerie Satellite 25
 Cartographier l'Utilisation et l'Occupation des Terres 26
 La Modification Interne de l'Occupation des Terres 28

1.3 Les Facteurs de Changements..... 30
 La Population 31
 Le Climat 34

1.4 La Productivité des Terres..... 38

1.5 Occupation des Terres et Tendances 42
 Les Cartes de l'Occupation et de l'Utilisation des Terres 44
 Les Classes d'Occupation et d'Utilisation des terres 50
 Les Paysages Particuliers..... 56
 L'Expansion Agricole 59
 La Croissance des Villages et des Zones Urbaines 62
 La Déforestation de la Forêt de Haute Guinée 66
 Les Mangroves 68
 La Restauration et le Reverdissement des Paysages 70

Chapitre 2: Profils des Pays, Occupation des Terres et Tendances..... 73

2.1 Bénin 74
2.2 Burkina Faso 82
2.3 Cabo Verde 90
2.4 Côte d'Ivoire 96
2.5 Gambie (La) 104
2.6 Ghana 110
2.7 Guinée 118
2.8 Guinée-Bissau 126
2.9 Libéria 132

2.10 Mali 140
2.11 Mauritanie 148
2.12 Niger 156
2.13 Nigeria 164
2.14 Sénégal 174
2.15 Sierra Leone 184
2.16 Tchad 192
2.17 Togo 200

Références..... 208
 Acronymes et Abréviations..... 214
 Index 215

Cette vue saisissante de la Terre a été photographiée le 12 octobre 2015 par la sonde spatiale Lunar Reconnaissance Orbiter alors qu'elle orbitait à 134 km au-dessus du cratère lunaire Compton, près du terminateur — la ligne séparant le jour et la nuit. L'horizon lunaire est formé par des montagnes encore situées du côté nuit du terminateur, exposant leur silhouette sur le flanc de la Terre. Cette image rappelle la photographie emblématique du lever de Terre, prise par l'équipage d'Apollo 8 alors qu'ils orbitaient autour de la Lune le 24 décembre 1968. Beaucoup estiment que cette vue unique de notre planète a inspiré le mouvement écologiste qui a tellement influencé notre vision de la Terre depuis les années 1970.

En plus de son incroyable beauté, cette photographie de la Terre depuis la Lune montre l'intégralité du continent africain. Un important couvert nuageux caractérise la planète bleue. De vastes espaces sont toutefois dégagés, dévoilant les déserts de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient, et dans l'hémisphère Sud, les terres arides de l'Afrique du Sud. Les régions tropicales du centre de l'Afrique sont partiellement couvertes par des ceintures nuageuses qui marquent la zone de convergence intertropicale où les masses d'air venant du nord et du sud se rejoignent.





Dr. Djimé Adoum

Depuis les années 1970–1980, l’Afrique de l’Ouest a connu des perturbations climatiques importantes — fortes précipitations, inondations dévastatrices, et périodes de sécheresse. Ces sécheresses ont eu des incidences néfastes sur les productions agricoles, forestières et pastorales, et les pertes économiques ont été estimées à plusieurs milliards de dollars.

Ces perturbations ont suscité une réelle préoccupation au niveau régional et international qui s’est traduite par la mise en place d’initiatives pour lutter contre la désertification et le changement climatique. C’est ainsi que le Comité Permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) et l’U.S. Agency for International Development (USAID), ont mis en œuvre des programmes au profit des populations sahéliennes et ouest-africaines.

Le programme West Africa Land Use Dynamics (programme LULC) constitue une des réalisations phare de cette coopération. Initié depuis 1999, le programme a compris plusieurs phases, notamment la formation des experts nationaux à l’interprétation des images satellitaires pour la classification du couvert végétal, et la production d’outils et d’information géographiques pour l’étude de la dynamique de l’occupation du sol.

Le présent atlas — Les Paysages de l’Afrique de l’Ouest : Une Fenêtre sur un Monde en Pleine Evolution — met en évidence les tendances évolutives de l’occupation des terres de 1975 à 2013, tant pour chaque pays que pour l’ensemble de la sous-région, à travers une cartographie multi-temporelle. En outre, cet ouvrage présente non seulement les paysages ayant subi des transformations environnementales majeures, mais aussi l’analyse des facteurs de changements et la documentation leurs impacts environnementaux et socio-économiques.

Cet atlas est une vitrine des acquis du programme LULC et un véritable support de plaidoyer pour plus

d’investissements dans la gestion des ressources naturelles. Il vise à marquer l’esprit tant des décideurs que des citoyens, dans le but de leur faire prendre conscience des changements qui se produisent au sein des paysages de la région.

Ainsi, au-delà de sa valeur scientifique, cet atlas a pour but d’inciter à l’action et à la mobilisation pour la protection des ressources naturelles de l’Afrique de l’Ouest et du Sahel. Nous invitons donc chacun — scientifiques, étudiants, enseignants, planificateurs, gestionnaires de projets de développement ou de recherche, décideurs nationaux, régionaux et locaux, bailleurs de fonds, responsables et membres des organisations de la société civile, et visiteurs de la région — à tirer le meilleur parti de cet ouvrage.

Nous présentons nos vives félicitations aux experts du CILSS, de l’U.S. Geological Survey et les partenaires nationaux du programme LULC pour ce partenariat fructueux. Nous souhaitons fortement que cette coopération, dont nous pouvons légitimement nous féliciter de l’efficacité et des performances, se poursuive et se renforce en vue d’un regain d’équilibre des écosystèmes. Ceci va constituer un pas décisif vers l’avènement d’une véritable économie verte dans la sous-région, pour le plus grand bonheur des populations ouest-africaines.

Djimé Adoum, Ph.D,

Secrétaire Exécutif

Pour le CILSS

Ouagadougou, Burkina Faso



USAID | WEST AFRICA

Au cœur de la mission de l'U.S. Agency for International Development (USAID) se trouve un engagement profond pour travailler en partenariat avec les institutions ouest-africaines afin de promouvoir le développement durable. Les milieux vulnérables aux changements climatiques sont souvent tributaires de l'agriculture, dont dépendent l'alimentation et les revenus, et sont les moins bien armés pour se protéger financièrement ou faire face aux catastrophes. Face aux effets du changement climatique qui se font ressentir de plus en plus sévèrement, des mesures d'atténuation et d'adaptation avancées sont indispensables à la résilience.

Alors que des changements rapides s'opèrent au niveau des paysages naturels et anthropiques de l'Afrique de l'Ouest, trouver un équilibre entre la préservation des écosystèmes naturels et le besoin de produire plus de nourriture, tout en assurant la résilience de ces mêmes écosystèmes, est un réel challenge. Les études de l'USAID West Africa (USAID/WA) sur les menaces et les opportunités environnementales et leur vulnérabilité face aux changements climatiques ont révélé que des informations opportunes et précises, indispensables pour la bonne gouvernance dans le secteur de l'environnement, sont peu et difficilement accessibles. L'atténuation des impacts des variations climatiques et la conservation de la biodiversité peuvent appuyer le développement durable et empêcher les pays de basculer davantage dans la pauvreté.

L'USAID travaille en partenariat avec l'U.S. Geological Survey (USGS) et le Comité Permanent Inter-état de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) afin d'analyser les changements de l'utilisation et de l'occupation des terres en Afrique de l'Ouest et de mieux comprendre les tendances des dernières 40 années, dans le but d'améliorer la prise de décision au niveau de la gestion des terres. Les produits issus de ce travail incluent des cartes qui fournissent un enregistrement clair des évolutions et tendances pour trois périodes — 1975, 2000 et 2013 — dans 17 pays ouest-africains et à l'échelle régionale.

Ces cartes et analyses constituent une base pour des scénarios futurs de l'évolution des paysages et une contribution à l'ensemble des bonnes pratiques pour le reverdissement du paysage en Afrique de l'Ouest.

L'utilisation de cet atlas et des données associées va au-delà de l'aide à la prise de décision concernant la planification de l'utilisation des sols. Les cartes diachroniques fournissent des informations fiables qui peuvent aider les pays à rendre compte de leurs émissions en carbone lors de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques et peuvent aussi être utilisées pour quantifier les tendances des émissions de carbone en Afrique de l'Ouest lors des dernières 40 années.

Cet accomplissement n'aurait guère été possible sans le programme américain Landsat — le plus long enregistrement continu de la surface terrestre au monde. Le programme Landsat, issu d'un partenariat entre la National Aeronautics and Space Administration (NASA) et l'USGS, met à disposition des images satellites qui révèlent l'impact de la société humaine sur la Terre, une information cruciale étant donné que la population mondiale a déjà dépassé sept milliards d'habitants. Le premier satellite Landsat a été lancé en 1972 et, 44 ans après, Landsat 7 et 8 continuent de fournir des enregistrements continus du globe — sources d'informations pertinentes pour le suivi, la compréhension et la gestion de nos ressources telles que les aliments, l'eau et les forêts. Aucun autre programme satellitaire au monde ne fournit un enregistrement aussi long et continu d'informations géospaciales.

Sachant que ces analyses seront utiles pour la prise de décision dans la gestion des ressources naturelles, j'aimerais remercier toutes les équipes qui ont travaillé d'arrache-pied pour produire cet atlas des Paysages de l'Afrique de l'Ouest. Mes sincères remerciements vont à l'endroit du CILSS, de l'USGS, et aux différentes institutions gouvernementales ouest-africaines pour leur engagement à l'accomplissement de ce travail remarquable.

Alex Deprez
Regional Mission Director
USAID/West Africa
Accra, Ghana



Alex Deprez



Au nom des gouvernements et des populations ouest-africains qui ont bénéficié du programme West Africa Land Use Dynamics (« Dynamique de l'utilisation des terres en Afrique de l'Ouest »), le Comité Permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) exprime sa profonde reconnaissance envers tous les acteurs qui ont contribué à la publication de cet ouvrage. Il remercie en particulier :

L'U.S. Agency for International Development/West Africa (USAID/WA) qui a financé et contribué activement à l'élaboration de cet atlas ;

Le programme USAID Resilience in the Sahel Enhanced (RISE), géré par l'USAID/Senegal's Sahel Regional Office, qui a appuyé le travail de cartographie du reverdissement et des pratiques de conservation de l'eau et des sols au Sahel ;

L'U.S. Geological Survey Earth Resources and Observation Science Center (USGS EROS) pour la supervision scientifique et technique, le traitement et la mise à disposition des images satellites, le partage de nombreuses données et de photos de terrain, la production des cartes, des statistiques et des analyses ;

Le Centre Régional AGRHYMET du CILSS pour son rôle dans la coordination technique des travaux et du traitement des images satellites ;

Les Directeurs Généraux du Centre National de Télédétection et de Suivi Ecologique (CENATEL) à Cotonou, de l'Agence Nationale de Gestion de l'Environnement (ANGE) à Lomé, et du Centre de Suivi Ecologique (CSE) à Dakar qui ont contribué à la mise en place des ateliers de validation et ;

Les équipes nationales pour leur contribution au contenu de cet atlas.

Membres des équipes nationales

Bénin

Cocou Pascal Akpassonou, Chef Division Coopération Technique au Centre National de Télédétection du Bénin (CENATEL) ;

O. Félix Houeto, Chef Division Télédétection et SIG au Centre National de Télédétection (CENATEL) du Bénin.

Burkina Faso

Rainatou Kabré, Chargé de production et de diffusion de l'information environnementale au Secrétariat Permanent du Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable (CONEDD) ;

Louis Blanc Traoré, Directeur Monitoring de l'Environnement au Secrétariat Permanent du Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable (CONEDD).

Cabo Verde

Maria Da Cruz Gomes Soares, Directrice, Direction des Services de Sylviculture (DGASP) ;

Sanchez Vaz Moreno Conceição, Responsable Inventaires Forestiers et Cartographie, Direction des Services de Sylviculture (DGASP).

The Gambia

Peter Gibba, Senior Meteorologist, Department Of Water Resources (DWR) ;

Awa Kaira Agi, Program Officer CGIS UNIT, National Environment Agency (NEA).

Ghana

Emmanuel Tachie-Obeng, Environmental Protection Agency (EPA) ;

Emmanuel Attua Morgan, Lecturer, Department of Geography and Resource Development, University of Ghana.

Guinée

Aïssatou Taran Diallo, Agro-environnementaliste, Ministère de l'Agriculture, Service National des Sols (SENASOL) ;

Seny Soumah, Ingénieur Agrométéorologiste et Chef de Section, Direction Nationale de la Météorologie (CMN).

Guinée-Bissau

Antonio Pansau N'Dafa, Responsable Bases de Données Changements Climatiques, Secrétariat de l'Environnement Durable ;

Luis Mendes Chernó, Chargé de Bases de Données Climatiques, Institut National de Météorologie.

Liberia

D. Anthony Kpadeh, Head of Agro-meteorology, Climatology and Climate Change Adaptation, Liberia Hydrological Services ;

Torwon Tony Yantay, GIS Manager, Forestry Development Authority (FDA).

Mali

Abdou Ballo, Enseignant Chercheur, Faculté d'Histoire-Géographie, Université de Bamako ;

Zeinab Sidibe Keita, Ingénieur des Eaux Forêts, Système d'Information Forestier (SIFOR).

Niger

Nouhou Abdou, Chef Division Inventaires forestiers et Cartographie, Direction des Aménagements Forestiers et Restauration des Terres, Ministère de l'Environnement, de la Salubrité Urbaine, et du Développement Durable ;

Abdou Roro, Chef du Département Cartographie, Institut Géographique National du Niger (IGNN).

Nigeria

Kayode Adewale Adepoju, Lecturer and Scientist, Obafemi Awolowo University, Ile Ife ;

Esther Oluwafunmilayo Omodanisi, Lecturer, Obafemi Awolowo University, Ile Ife ;

Sule Isaiah, Lecturer, Federal University of Technology, Minna ;
Mary Oluwatobi Odekunle, Federal University of Technology,
Minna.

Sénégal

Samba Laobé Ndao, Cartographe et Ingénieur en
Aménagement du Territoire, Direction des Eaux, Forêts,
Chasse, et de la Conservation des Sols (DEFCCS), Programme
PROGEDE ;

Ousmane Bocoum, Cartographe, Centre de Suivi Écologique
(CSE).

Sierra Leone

Samuel Dominic Johnson, System Administrator, Ministry of
Agriculture, Forestry and Food Security (MAFFS).

Tchad

Angeline Noubagombé Kemsol, Agronome, Assistante de
Recherche, Centre National d'Appui à la Recherche (CNAR) ;

Ouya Bondoro, Chercheur, Centre National d'Appui à la
Recherche (CNAR).

Togo

Issa Abdou-Kérim Bindaoudou, Géographe et Cartographe,
Direction Générale de la Statistique et de la Comptabilité
Nationale ;

Yendouhame John Kombaté, Responsable Suivi Evaluation
et Communication, Agence Nationale de Gestion de
l'Environnement, Ministère de l'Environnement.

Collaborateurs du Centre Régional AGRHYMET

Bako Mamane, Expert en télédétection et Système
d'Information Géographique (SIG) ;

Djibo Soumana, Expert Agrométéorologue ;

Alio Agoumo, Technicien en traitement d'images ;

Dan Karami, Technicien en Système d'Information
Géographique.

Autres collaborateurs

Nous tenons également à remercier nos collaborateurs
ouest-africains pour leurs précieux conseils, réflexions
et soutien :

Amadou Hadj, Géographe, Spécialiste aménagement
du territoire, Dakar, Sénégal, pour de nombreuses
productives années de partenariat, sur le terrain et
dans l'étude de la gestion des ressources naturelles ;

Samba Laobé Ndao qui, outre faire partie de l'équipe
nationale du Sénégal, a fourni un appui considérable lors
les missions de terrain et de la production de données
géographiques, et un soutien logistique indispensable
au bon déroulement du projet ;

Moussa Sall et Assize Touré du Centre de Suivi Écologique
(CSE) de Dakar, pour leur aide lors des missions de

terrain, leurs études sur la biomasse et la séquestration
du carbone, et les nombreuses années de collaboration ;

Bienvenu Sambou et Assane Goudiaby, de l'Institut
des Sciences de l'Environnement (ISE) de l'Université
Cheikh Anta Diop de Dakar, pour de nombreuses
années d'échanges avec l'équipe de l'USGS EROS qui
ont contribué au suivi à long terme des écosystèmes
de la région soudanienne.

Au sein du centre USGS EROS, nous remercions tout
particulièrement Jan Nelson et Tom Holm pour avoir
permis la publication de cet atlas. Merci à Tom Adamson
et Mike Budde qui ont révisé et édité le contenu de cet
ouvrage, et à Aaron Neugebauer pour ses illustrations
des profils de végétation. Un grand merci à Melissa
Mathis pour son appui lors des formations SIG et pour
son rôle essentiel dans le développement de l'outil Rapid
Land Cover Mapper. Nous sommes très reconnaissants
envers Anne Gellner pour avoir traduit en français une
grande partie des textes.

Nous souhaitons remercier Chris Reij et Robert
Winterbottom du World Resources Institute (WRI) et
Michael McGahuey de l'USAID pour leurs recherches
et réflexions sur les ressources naturelles de la région
du Sahel, et leur travail inlassable sur la restauration et
le reverdissement des paysages, pour le bénéfice des
populations locales. Nous remercions Michiel Kupers
des Pays-Bas, et Robert Watrel et Eric Landwehr de South
Dakota State University (SDSU) pour avoir partagé leurs
photographies et contribué à l'illustration de cet atlas.

En mémoire

Nos pensées vont vers trois de nos amis et collègues
qui nous ont quittés. Tous ont contribué de façon
significative à l'élaboration de cet atlas :

Yendouhame John Kombaté, Responsable Suivi
Evaluation Communication (Ingénieur Agronome)
Spécialiste en Télédétection et SIG, Agence Nationale
de Gestion de l'Environnement, Ministère de
l'Environnement, Togo ;

Kevin Dalsted, Pédologue et Expert en gestion des
ressources naturelles, South Dakota State University
(SDSU) pour sa contribution dans la production des
cartes de l'occupation et de l'utilisation des terres ;

Richard Julia, ami et pilote basé à Ouagadougou, qui
a permis à l'équipe d'effectuer des vols à travers toute
l'Afrique de l'Ouest et de réaliser des centaines de prises
de vues aériennes, et pour ses propres photographies
des paysages ouest-africains, de la faune et de la culture
du Sahel.



Introduction

Notre écosystème mondial est — et a toujours été — complexe, dynamique et en évolution constante. La science nous explique comment des forces naturelles puissantes ont façonné et remodelé la surface terrestre, l'atmosphère, le climat et les biotes depuis la création de notre planète il y a environ 4,5 milliards d'années. Pendant la majorité de l'histoire de la Terre, les interactions entre les processus naturels, tels que la géologie et le climat, étaient les principaux responsables des changements environnementaux qui se produisaient à l'échelle des temps géologiques, c'est-à-dire des périodes couvrant des millions d'années.

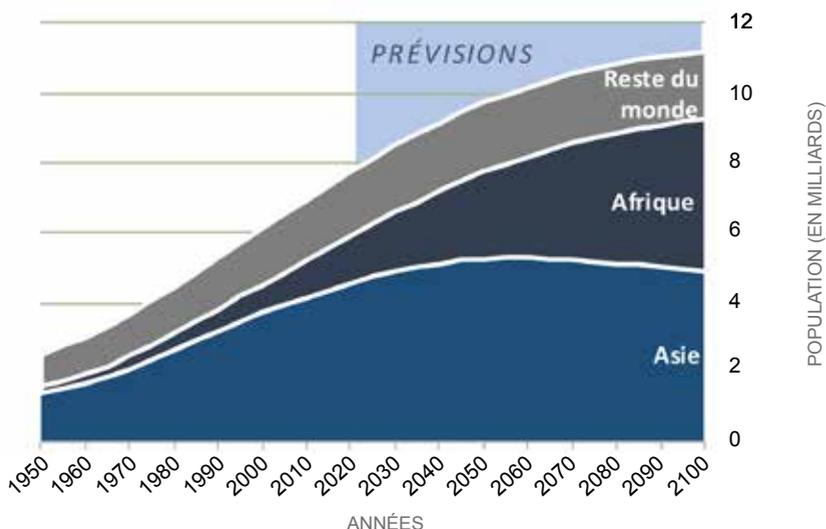
Lorsque les êtres humains sont apparus sur Terre il y a environ 200 000 ans, les conséquences des activités humaines sur l'environnement étaient faibles et limitées dans l'espace. Les impacts de ces petites populations éparses sur l'écosystème planétaire restaient négligeables par rapport aux forces des processus naturels (Steffen et al., 2007). La population humaine n'atteindrait 50 millions d'individus (environ 0,7 pour cent de la population actuelle) que 197 000 ans plus tard. La croissance démographique s'est accélérée continuellement au cours des siècles suivants. Aujourd'hui, notre planète compte environ 7,3 milliards d'habitants, auxquels s'ajoutent environ 1 million de personnes tous les 4,8 jours (US Census Bureau, 2011). Avant 1950, personne sur terre n'avait vécu un doublement de la population humaine, mais désormais certains ont vu la population tripler au cours de leur vie (Cohen, 2003).

La chasse et la maîtrise du feu, suivie de l'agriculture et de l'urbanisation, et finalement la révolution industrielle et la technologie moderne, ont conféré aux êtres humains la capacité à façonner leur environnement, de manière de plus en plus intensive. Les géoscientifiques utilisent l'échelle de temps géologique pour décrire les périodes pendant lesquelles diverses forces et processus ont modelé les événements ponctuant l'histoire de la Terre, tels que les glaciations ou les extinctions massives. Ces périodes sont appelées « époques » et leur durée varie de 11 700 ans (Holocène) à des millions d'années (Pléistocène et Néogène). Aux alentours de l'an 2000, la communauté géoscientifique a créé un nouveau terme, Anthropocène, afin de décrire une nouvelle époque où « l'influence humaine sur l'environnement mondial est devenue si importante et active qu'elle rivalise avec quelques-unes des grandes forces de la nature au niveau de ses impacts sur le fonctionnement de la planète Terre » (Steffen et al., 2011). Nombreux sont les scientifiques qui estiment que cette époque a déjà commencé et que l'espèce humaine — en raison de sa population et de sa disposition à modifier la surface terrestre — risque de déséquilibrer l'écosystème global et causer une défaillance des systèmes naturels essentiels à sa survie, menaçant même le futur de l'humanité.

"Mai lura da ice bashin jin yunwa" — Celui qui prend soin de l'arbre ne souffrira pas de la faim.

– Proverbe Hausa

Croissance démographique en Afrique et dans le reste du monde de 1950 à 2100



En 2015, la population des 17 pays étudiés dans cet atlas a dépassé les 369 millions d'habitants, ce qui représente une multiplication par cinq depuis 1950 — outrepassant fortement la croissance démographique mondiale qui s'est seulement accrue d'un facteur de 2,9 durant la même période (UN, 2015). La pyramide des âges de la population ouest-africaine révèle une population jeune qui garantit une croissance démographique accélérée jusqu'en 2050 et au-delà. Si les estimations des Nations Unies sont correctes, les 17 pays de l'Afrique de l'Ouest totaliseront

Paysage boisé fragmenté par l'expansion agricole dans l'ouest du Burkina Faso



JAMES ROWLAND / USGS

835 millions d'habitants en 2050, soit 11,1 fois plus qu'en 1950 (UN, 2015) !

Les changements de l'occupation des terres en Afrique de l'Ouest dévoilent des tendances similaires. Avec tant de nouveaux habitants à nourrir, les superficies cultivées ont doublé entre 1975 et 2013. De vastes étendues de savanes, forêts claires et forêts ont été remplacées ou fragmentées par les cultures. Simultanément, les villages, villes et agglomérations se sont étendus — couvrant une superficie 140 pour cent plus vaste qu'en 1975. En partie pour faire place aux cultures et aux habitations, plus d'un tiers du couvert de forêt présent en 1975 a disparu. Au sein des paysages de savanes et de steppes, les sécheresses — aggravées dans certains cas par des pratiques d'utilisation des terres non durables — ont dégradé le couvert végétal, entraînant une augmentation de 47 pour cent des surfaces sableuses (voir la paire de photos ci-contre, en haut). Même si les

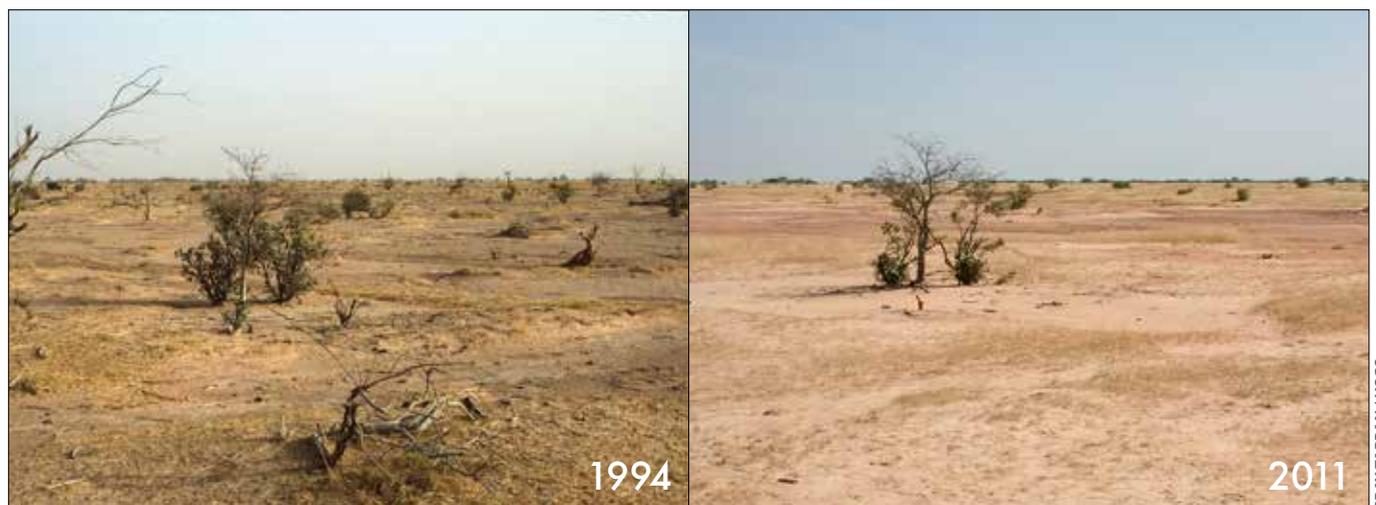
tendances des quatre dernières décennies continuent, il est peu probable qu'elles soient durables à long terme.

En Afrique de l'Ouest, la conversion des paysages naturels en terres cultivées a considérablement réduit la biodiversité naturelle et exposé les sols à l'érosion éolienne et hydrique. La perte des écosystèmes de savane, forêt claire et zones humides a des conséquences tangibles telles que la perte de produits naturellement fournis par les écosystèmes, par exemple le bois, le miel, les noix, les médicaments, le gibier, les fruits et le fourrage. De nombreux autres services écosystémiques, tout aussi importants mais moins visibles, sont également en déclin : la biodiversité, la séquestration du carbone, la qualité de l'eau, la diminution de l'infiltration de l'eau dans les sols et la régulation naturelle des facteurs climatiques (voir la paire de photos ci-contre, en bas).

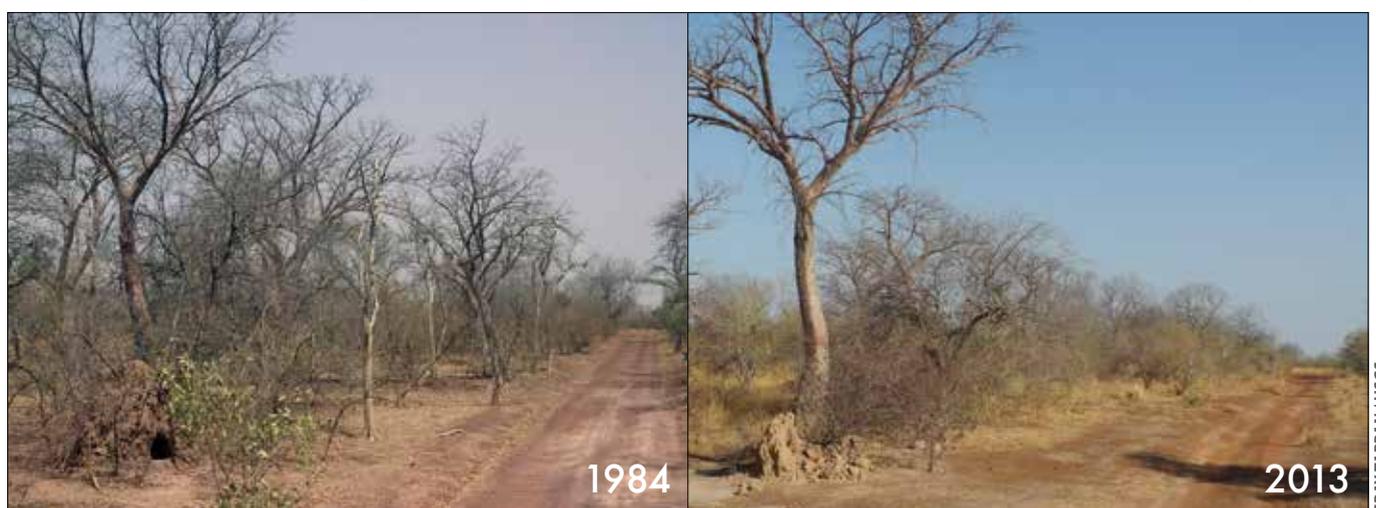
Il incombe aux décideurs et responsables politiques actuels d'être bien informés et de faire des choix



La dégradation des terres dans la région du Ferlo au Sénégal



Déclin du couvert végétal et de la biodiversité dans le centre-est du Sénégal

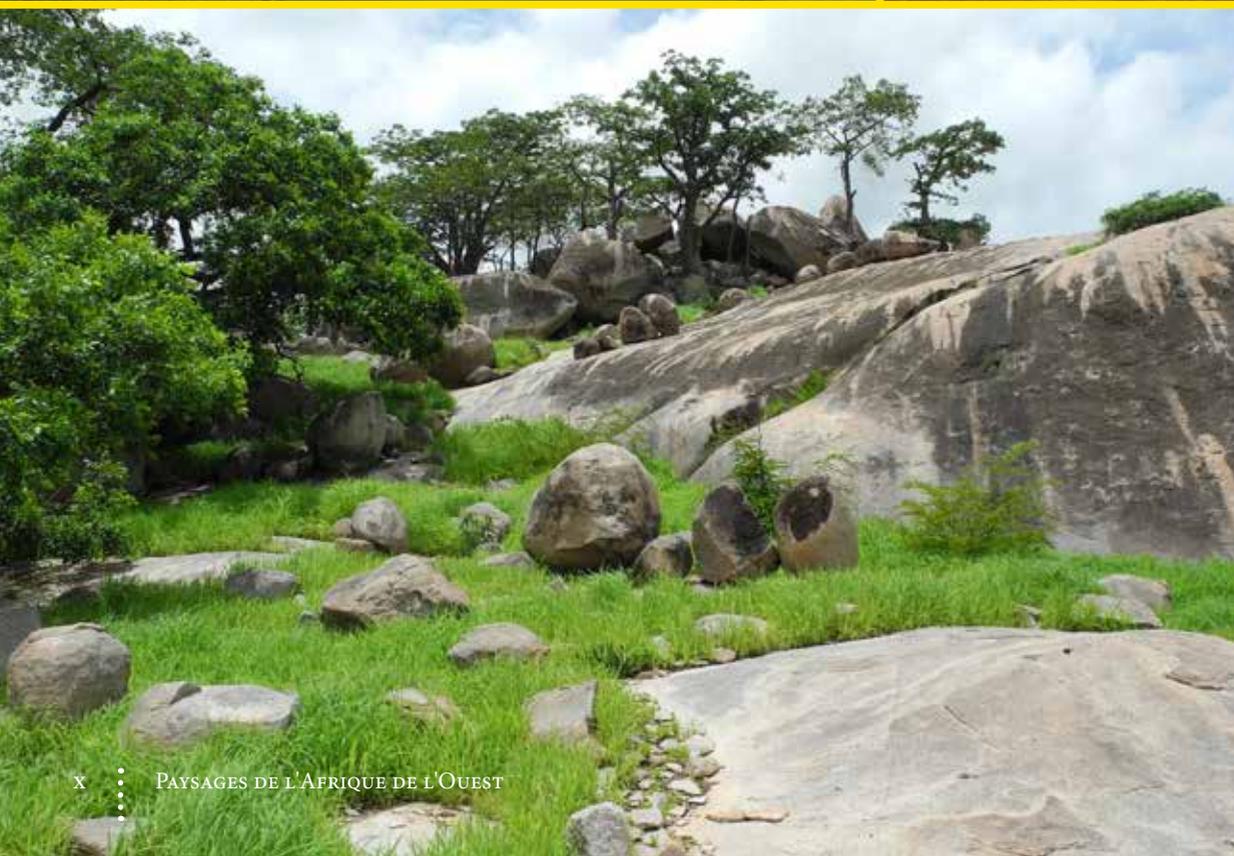
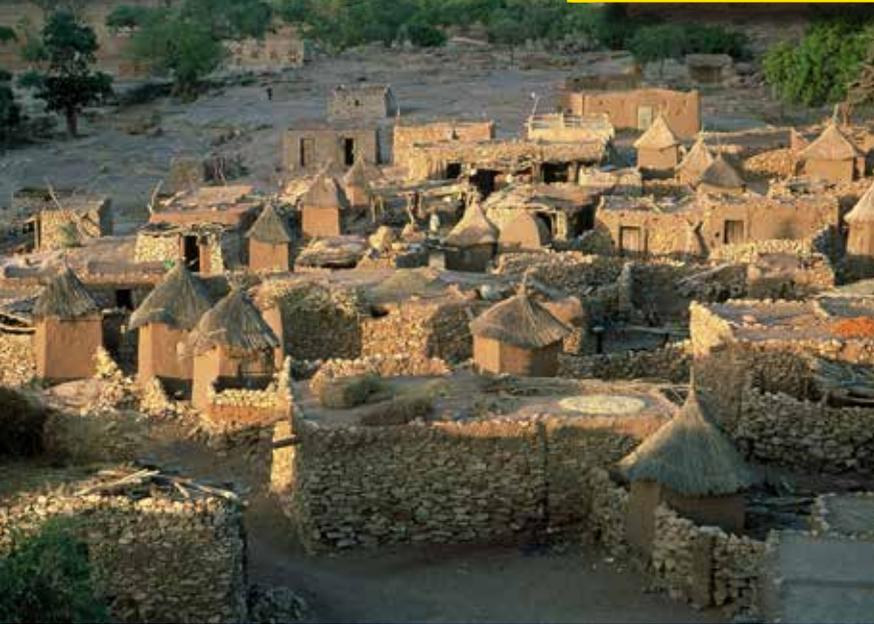


judicieux en matière de gestion du territoire en vue d'assurer la durabilité des services écosystémiques et de la productivité agricole, et de garantir la subsistance des populations futures. Afin de prendre les bonnes décisions, les gouvernements des pays d'Afrique de l'Ouest ont besoin d'informations précises concernant les changements rapides qui ont lieu sur leurs territoires, les facteurs responsables de ces changements et les interactions qui s'opèrent entre le climat, l'utilisation des terres, les activités humaines et l'environnement.

Des experts d'institutions de 17 pays de l'Afrique de l'Ouest en partenariat avec le Comité Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS), l'U.S. Agency for International Development West Africa (USAID / WA) et l'U.S. Geological Survey (USGS) ont entrepris de cartographier les changements de l'utilisation et de l'occupation des terres en l'Afrique de l'Ouest dans le cadre du projet West Africa Land Use Dynamics (« Dynamique de l'utilisation des terres en Afrique de

l'Ouest »). Cet ouvrage présente les résultats de leur travail. Les chapitres qui suivent mettent en évidence les modifications qui ont eu lieu dans les 17 pays, au cours des quatre dernières décennies. Ces changements sont illustrés par des cartes, des graphiques, des chiffres et des photographies.

Cet atlas des paysages de l'Afrique de l'Ouest relate une transformation rapide de l'environnement, avec des volets optimistes et inquiétants. Les données cartographiques détaillent la vitesse, l'amplitude et l'emplacement des changements de l'occupation des terres tandis que les récits et les photographies cherchent à décrire une histoire concrète aux habitants de l'Afrique de l'Ouest et au reste du monde. Le partage de ces informations a pour but de contribuer à meilleure compréhension de la dynamique de l'utilisation et de l'occupation des terres ouest-africaines afin d'aider la prise de décisions qui assureront notre subsistance et notre bien-être, ainsi que ceux des générations futures.



Chapitre

I

La Dynamique de l'Environnement en Afrique de l'Ouest





Approche de Suivi des Ressources Terrestres

L'Imagerie Satellite

Les cartes, les photographies et les images satellites présentées dans cet atlas permettent d'évaluer l'état de l'utilisation et de l'occupation des terres, et de quantifier les changements au cours du temps. Les cartes offrent une perspective générale à l'échelle d'un pays ou une région, tandis que les photographies de terrain documentent les paysages au niveau local. Les images satellites sont un outil indispensable pour évaluer la condition de la surface terrestre et comprendre les changements qui affectent le paysage, qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique. La télédétection constitue donc un moyen objectif et rentable de mesurer et d'analyser les changements à long terme, y compris les changements de l'occupation des terres entre 1975 et 2013, qui sont au cœur de cet atlas.

Certaines des images utilisées dans cet ouvrage sont empruntées à Google Earth et attribuées comme telles, mais la majorité sont issues de l'une des trois sources suivantes : Landsat, Corona ou MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* – Spectroradiomètre imageur à résolution moyenne) ; chaque source ayant ses propres caractéristiques et avantages.

Le premier satellite Landsat a été lancé en 1972 et depuis le programme a opéré de manière continue. Les satellites Landsat ont été spécialement conçus pour étudier et cartographier les ressources terrestres. Landsat 8, lancé en 2013, orbite actuellement autour de la Terre à une altitude de 705 km. Chaque image enregistrée par Landsat 8 a une résolution optique de 30 m (taille des pixels de l'image) et couvre une zone d'environ 170 km par 185 km. Le satellite revisite la totalité de la surface terrestre tous les 16 jours.

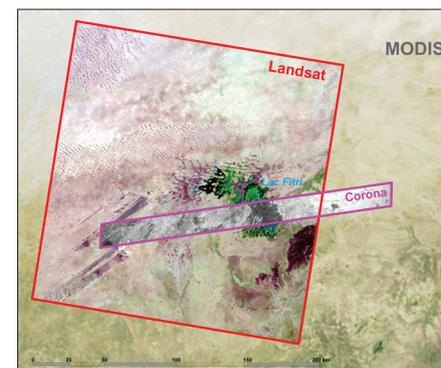
Corona était une mission de reconnaissance spatiale effectuée de 1960 à 1972. Les photographies panchromatiques étaient enregistrées sur des films de haute qualité, largués dans l'atmosphère puis récupérées par avion. Les photographies Corona étaient très détaillées (2 à 7 m de résolution), et couvraient les zones qui présentaient un intérêt pour les programmes militaires américains lors de la Guerre Froide. Néanmoins, toute l'Afrique de l'Ouest a été couverte par les images Corona, dont les premières remontent à 1962, soit plus de dix ans avant les images Landsat. Les photographies

de la mission Corona ont été déclassées à des fins scientifiques en 1995. Une équipe de l'U.S. Geological Survey EROS (USGS EROS) Center a coordonné le scannage et le géo-référencement nécessaires pour convertir les photographies analogiques Corona en images numériques.

Le spectroradiomètre MODIS est installé à bord des satellites Terra et Aqua, lancés respectivement en 1999 et 2002, qui orbitent à la même altitude que Landsat. Toutefois les images MODIS couvrent une zone de 2 330 km de large à une résolution relativement grossière de 250 m. De ce fait, les images MODIS sont moins détaillées que les images Landsat mais elles ont l'avantage de couvrir la totalité de la Terre tous les un ou deux jours. MODIS fournit les données qui permettent de calculer un indice largement utilisé : l'indice de végétation par différence normalisée ou NDVI (pages 38–41).

Le programme Landsat est le plus long programme d'observation satellitaire au monde. C'est pourquoi les images Landsat sont les principales données utilisées dans cet atlas pour la cartographie de l'occupation des terres et l'analyse des changements au cours du temps. Avec une résolution de 30 m, les images Landsat sont suffisamment détaillées pour permettre la cartographie et l'évaluation de nombreux types de changements au sein des paysages, en particulier l'expansion de l'agriculture et des habitations, ainsi que la fragmentation des forêts et des savanes. La fréquence du cycle orbitale du satellite Landsat (16 jours) permet de surpasser les problèmes de couverture nuageuse récurrente au-dessus de certaines zones d'Afrique de l'Ouest. La régularité et la continuité de l'imagerie Landsat permet de faire des observations objectives en matière de changements dans l'occupation des terres entre 1972 et aujourd'hui.

L'utilisation de photographies satellites Corona datant des années 1960 a permis de repousser la fenêtre d'observation de dix ans avant Landsat pour la plupart des régions ouest-africaines. Les données MODIS avec une résolution de 250 m ont quant à elles servi de base à plusieurs cartes nationales et régionales présentées dans cet atlas, et à évaluer la productivité de la végétation. Les différences de couverture et de caractéristiques visuelles entre ces trois systèmes satellitaires sont présentées dans la figure ci-dessus.



Comparaison d'une image MODIS en arrière-plan, d'une image Landsat de 2014 et d'une photographie Corona de 1967 du Lac Fitri au Chad.

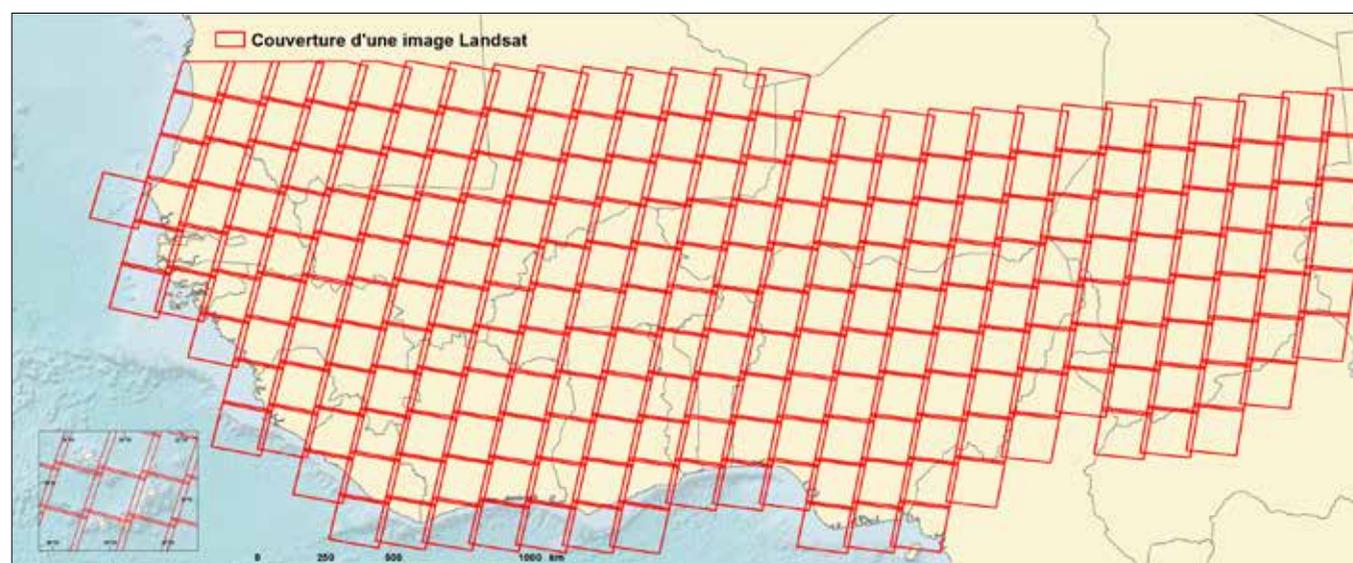
Cartographier l'utilisation et l'occupation des terres à travers toute l'Afrique de l'Ouest pour trois périodes distinctes (1975, 2000 et 2013) — nécessitant l'exploitation de plusieurs centaines d'images Landsat — requiert une réflexion méticuleuse quant à la méthodologie à utiliser. En effet, la cartographie multi-temporelle de l'occupation des terres exige une approche qui produise des cartes de haute précision afin d'obtenir une estimation fiable des changements au cours du temps. Il s'agit de choisir entre deux méthodes de cartographie : la classification informatique automatisée ou l'interprétation manuelle et visuelle des images. La stratégie la plus communément adoptée pour la cartographie de l'utilisation et l'occupation des terres est la classification automatique, qui analyse un grand nombre de données numériques grâce à un système de traitement d'images. Toutefois l'utilisation de la classification automatique pour des recherches précédentes au Mali, au Sénégal et au Niger a donné lieu à des résultats décevants. Certaines classes d'utilisation et d'occupation des terres, telles que les cultures au Sahel, n'ont pas pu être distinctement différenciées des autres classes sur la base de leurs propriétés spectrales. Les méthodes de classifications automatiques d'images satellites sont basées sur la différenciation des valeurs spectrales des pixels des images et révèlent souvent des erreurs de classifications. La réflectance spectrale des surfaces terrestres mesurée par les capteurs de télédétection est une valeur quantitative qui n'est pas indiscutable. En effet, les réponses spectrales peuvent être différentes sans être uniques — il existe une forte variabilité au sein des valeurs de réflectance spectrale associées à divers types d'occupation des terres (Lillesand and Kiefer, 1994). Cette variabilité pose des problèmes majeurs au niveau de la cartographie et de l'analyse des types d'occupation des terres basées sur leurs seules propriétés spectrales. Pour ces raisons, le

projet a favorisé l'interprétation visuelle des images plutôt que des approches semi ou complètement automatiques.

Cartographier l'utilisation et l'occupation des terres grâce à l'interprétation visuelle des images n'est pas sans présenter ses propres difficultés. Toutefois, la connaissance des paysages, combinée aux multiples informations inhérentes à l'imagerie, est une approche efficace pour produire des cartes précises et détaillées. La cartographie de l'occupation des terres à partir des images satellites requiert des compétences spécifiques et une connaissance approfondie de la géographie de la zone étudiée, y compris ses composantes physiques, biologiques et humaines. Les images satellites, tout comme les photographies aériennes, constituent un registre détaillé des caractéristiques de la surface terrestre à l'instant de leur acquisition. Les analystes d'images, grâce à leur formation, leur expérience sur le terrain, leurs connaissances géographiques, leur sens aigu de l'observation et beaucoup de patience, peuvent cartographier l'utilisation et l'occupation des terres de manière précise. L'interprétation visuelle des images effectuée par les analystes prend en considération plusieurs éléments tels que la forme, la taille, les motifs récurrents, la couleur, la teinte, la texture, l'ombre, le contexte géographique et les associations des entités du paysage. La période de l'année à laquelle chaque image est acquise est également un important facteur à prendre en compte dans l'identification des caractéristiques terrestres. Le processus d'interprétation des images a été facilité par la mise en place et l'application de directives d'interprétation comprenant des définitions écrites et illustrées de toutes les classes d'utilisation et d'occupation des terres (voir pages 50–55).

L'interprétation visuelle d'images satellite est une méthode efficace pour plusieurs raisons. Tout d'abord

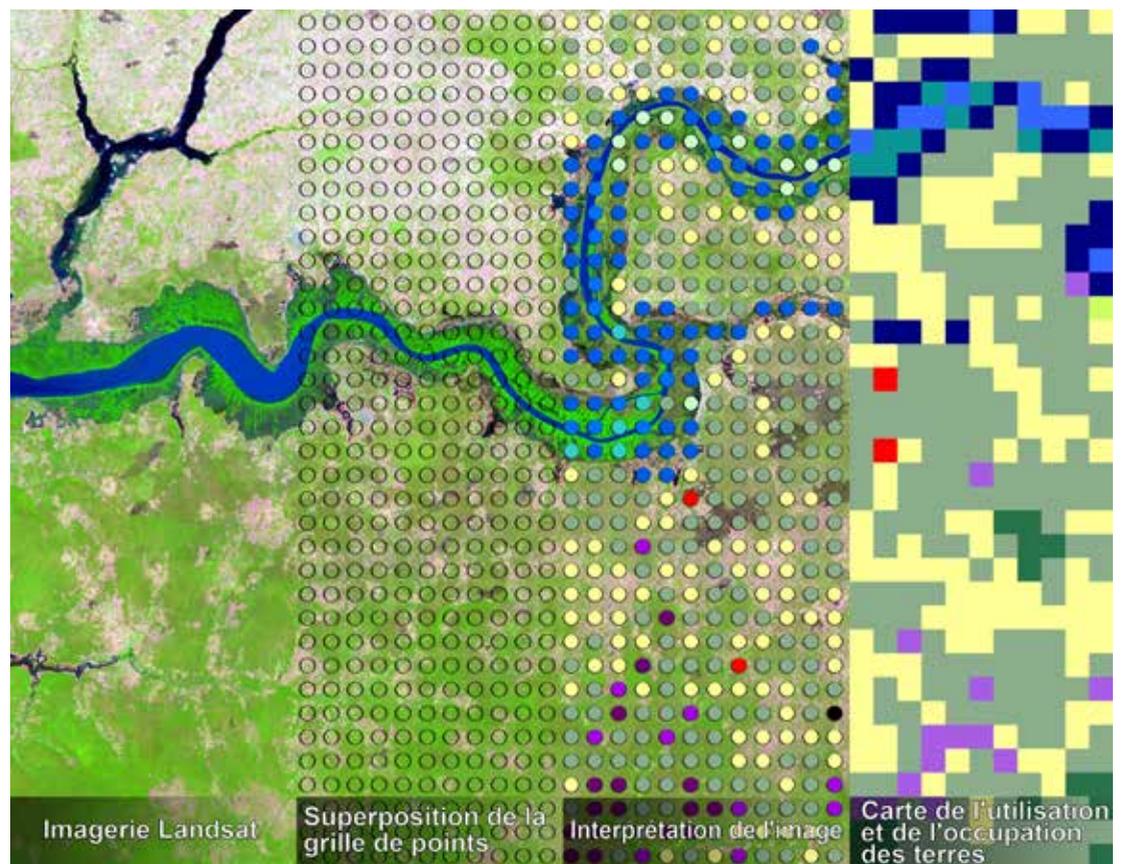
Couverture des images du satellite Landsat 8 pour la zone cartographiée



l'interprétation visuelle est adaptée à l'analyse de photographies et d'images acquises par différentes sources et systèmes satellitaires, et sous différents formats. En second lieu, elle permet aux analystes de combiner leurs connaissances aux informations contenues dans les images. En troisième lieu, les analystes peuvent repérer et contourner des problèmes relatifs aux images tels que les différences liées à la date d'acquisition des images, aux effets atmosphériques ou à des variations de luminosité. Par exemple, l'analyste peut faire la distinction entre les changements réels de l'occupation des terres et les modifications temporaires telles que des zones brûlées suites aux feux de brousse annuels ou des zones périodiquement inondées. En quatrième lieu, afin de garantir une précision élevée et de réduire la confusion entre les types d'occupation des terres, les classes d'utilisation et d'occupation des terres ont été définies de manière cohérente afin qu'elles puissent être identifiées et cartographiées facilement à partir de l'imagerie satellite Landsat (voir pages 50–55). Enfin, la cartographie de l'utilisation et de l'occupation des terres pour de multiples périodes requiert une précision élevée afin de pouvoir déterminer avec confiance les changements qui ont eu lieu d'une période à l'autre. Lorsqu'elle est conduite correctement, la méthode d'interprétation visuelle procure le haut niveau de précision nécessaire.

Afin de vérifier l'exactitude des cartes, l'interprétation des images a été systématiquement validée par la consultation de plusieurs sources auxiliaires de données, y compris des milliers de photographies aériennes prises par l'équipe du projet et des images satellites à haute résolution, et, dans de nombreux pays, par des visites de terrain. L'outil Google Earth s'est avéré particulièrement utile pour la vérification systématique de la cartographie de l'occupation des terres à partir de l'imagerie Landsat récente.

La méthode d'interprétation visuelle est idéale pour les raisons citées précédemment, mais elle est extrêmement exigeante en termes de main d'œuvre et d'heures de travail, en particulier pour une zone d'étude aussi vaste que l'Afrique de l'Ouest. Pour accélérer le processus d'interprétation tout en conservant la précision des cartes, l'équipe de l'U.S. Geological Survey EROS a mis au point l'outil Rapid Land Cover Mapper (RLCM – Outil de cartographie rapide de l'occupation des terres) — un système d'information géographique (SIG) hybride vecteur/raster qui facilite la cartographie multi-résolution et multi-temporelle. L'outil RLCM est basé sur une méthode traditionnelle utilisée par les forestiers depuis plus d'un siècle qui consiste en l'utilisation d'une grille de points pour calculer des surfaces boisées (Schymaher et Chapman, 1972). L'outil RLCM génère une grille numérique de points qui se superpose à une image (voir la figure ci-dessus). En utilisant cet outil

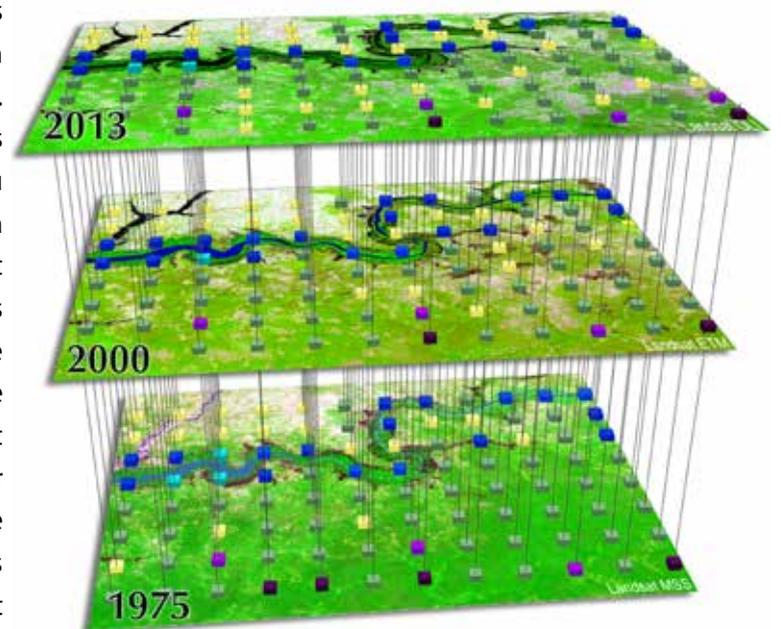


et les techniques d'interprétation visuelle de l'image, l'analyste identifie et attribue la classe d'utilisation et d'occupation des terres associée à chaque point. La sélection simultanée de points permet à l'analyste de sélectionner plusieurs points représentant une même classe et de les assigner de concert à cette classe.

La cartographie multi-temporelle « en cascade » consiste à compléter la classification des images pour une première période, puis à reporter cette classification à une période antérieure ou postérieure (voir la figure ci-dessous). Une fois que tous les points sont attribués, ils sont copiés vers une seconde période, puis superposés aux images correspondant à cette seconde période. Le processus d'interprétation est répété et, dans ce cas, les points attribués sont réexaminés et seuls ceux associés à un changement de l'occupation et l'utilisation des terres visible sur les images sont modifiés afin de refléter ce changement. En général, les analystes interprètent en premier lieu les images correspondant à la période la plus récente et puis remontent aux périodes antérieures. Cette approche a permis la production de cartes de l'utilisation et l'occupation des terres pour plusieurs périodes ainsi que l'obtention des statistiques associées, caractérisant de manière quantitative les changements au sein des paysages aux échelles nationale et régionale.

Étapes de production d'une carte de l'utilisation et l'occupation des terres à l'aide de l'outil RLCM ; 1) sélection de l'imagerie satellite, 2) superposition d'une grille de points, 3) interprétation de l'image et attribution d'une classe d'occupation des terres à chaque point, 4) production de la carte d'utilisation et d'occupation des terres associée.

Représentation simplifiée d'une série temporelle de trois cartes de l'utilisation et de l'occupation des terres réalisées à l'aide de l'outil RLCM. Les cubes symbolisent les points de la grille qui ont été superposés à l'image. Les couleurs correspondent à différentes classes d'occupation des terres. Les lignes verticales indiquent l'alignement spatial des points au cours du temps.





CHRIS REIJ / WRI

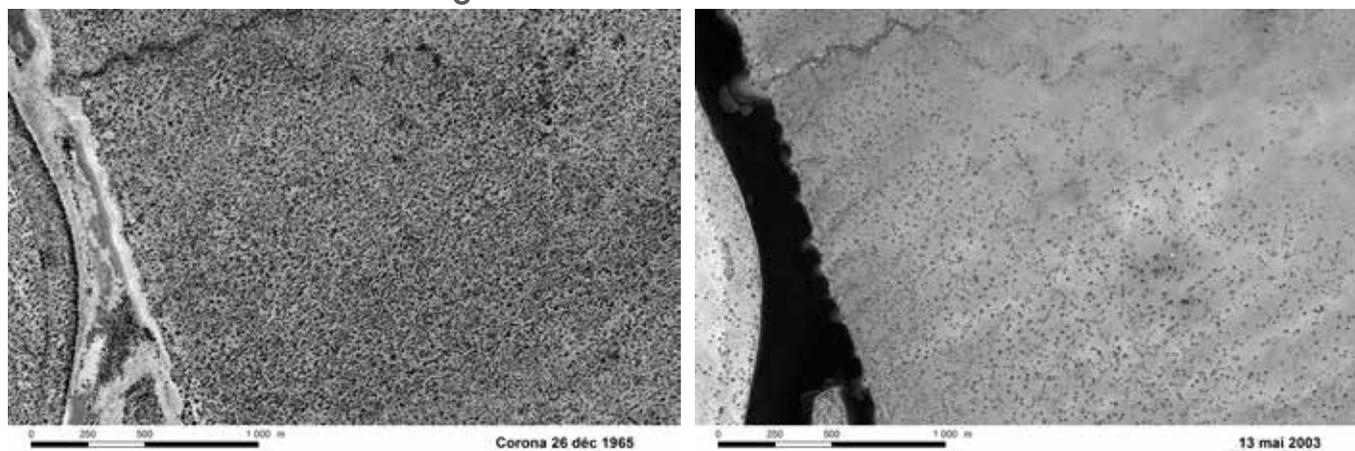
Cet atlas décrit les paysages changeants de l'Afrique de l'Ouest grâce à des cartes de l'utilisation et de l'occupation des terres réalisées pour trois dates différentes. Les changements cartographiés entre chaque période révèlent les conversions au sein de l'occupation des terres, c'est-à-dire la transformation d'une classe d'occupation ou d'utilisation des terres à une autre (par exemple, des forêts aux terres cultivées). Comme le montrent les cartes (voir pages 44–49), ce type de transformation peut être considérable tel que la perte et la fragmentation de la forêt de Haute Guinée.

Cependant, il existe un autre type de changement : la modification interne de l'occupation des terres. Concrètement, la classe d'occupation ou d'utilisation des terres ne change pas au cours du temps, mais certaines de ses caractéristiques varient. Ce type de changement est plus subtil, mais il peut être extrêmement important. Par exemple, dans une forêt claire, l'exploitation forestière ne modifie pas la classe d'occupation des terres — c'est toujours une forêt claire — mais la qualité de cette forêt, à savoir la densité des arbres et la biodiversité, est affectée par la coupe sélective de certaines essences. L'utilisation d'imagerie à haute résolution est souvent nécessaire pour détecter ces modifications internes de l'occupation des terres. Ainsi, la plupart des changements détectés au niveau de la biomasse ligneuse de divers types de

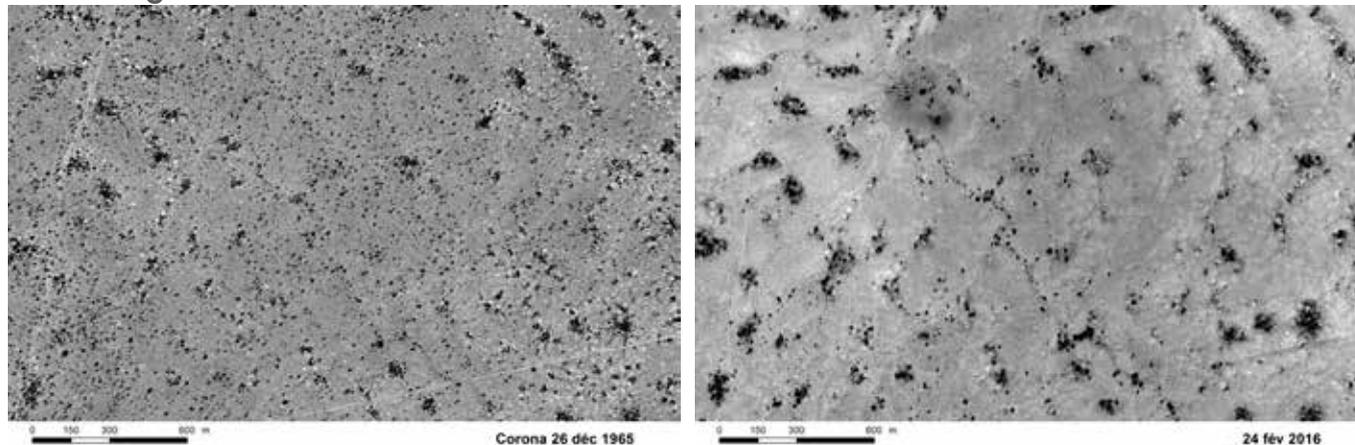
couvert végétal au Sénégal résultait davantage de modifications internes de l'occupation des terres plutôt que d'une conversion d'une classe à une autre (Woomer et al., 2004 ; Tappan et al., 2004). Ces modifications internes sont beaucoup plus difficiles à cartographier et à quantifier au niveau national et régional que les conversions d'occupation des terres. La récente large disponibilité des images à haute résolution permet aux scientifiques de l'environnement d'obtenir une vue plus complète des modifications internes de l'occupation des terres en Afrique de l'Ouest.

La modification de l'occupation des terres apparaît clairement dans les paires d'images satellites ci-dessous, comparant deux paysages du Sahel dans le nord du Sénégal à un intervalle de 38 et 51 ans (ci-dessous). La première paire d'images montre une savane arborée sur une plaine sableuse de la vallée du Ferlo. En décembre 1965, cette savane arborée était relativement dense (Corona, image de gauche), mais l'image de mai 2003 (DigitalGlobe, image de droite) révèle un paysage beaucoup plus ouvert. La région du Ferlo a enregistré une forte mortalité des arbres pendant les sécheresses des années 1970 et 1980 qui a été exacerbée par le surpâturage du bétail à mesure que l'herbe devenait rare. Le lit de la rivière du Ferlo était à sec en 1965 mais a commencé à être inondé en 1988 lors de la construction du barrage Diama sur le fleuve Sénégal.

Diminution du couvert arboré au sein d'un paysage de savane arborée près de la vallée du Ferlo au Sénégal



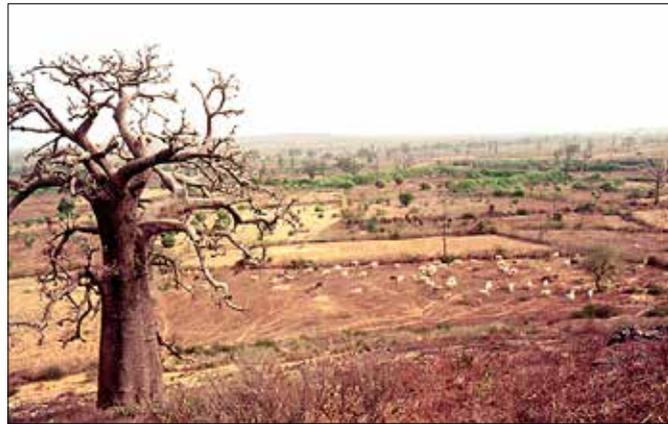
Diminution du couvert arboré au sein d'un paysage de savane boisée du nord du Sénégal





Vue comparative d'un même paysage dans le centre du Sénégal en 1994 et 2010, montrant la régénération du couvert ligneux suite à plusieurs années de récolte du bois des arbustes et des arbres.

GRAY TAPPAN / USGS



Vue comparative d'un paysage agricole au Sénégal en 1984 et 2004 montrant l'augmentation de la végétation sur des terres agricoles, notamment la mise en place de haies et la plantation d'arbres fruitiers pour diversifier la production.

GRAY TAPPAN / USGS



À gauche: Vue aérienne près de Madoua, Niger montrant la régénération des arbres le long des cordons pierreux qui suivent les lignes de contour. L'eau de pluie et de ruissellement est capturée par ces cordons, l'érosion est minimisée et la production agricole est accrue.

GRAY TAPPAN / USGS

À droite: Régénération naturelle assistée dans la vaste vallée près de Rissiam dans le nord du Burkina Faso. Pratiquement ces terres sont dédiées à la culture des céréales, sous les arbres.



À gauche: Vue de la forêt créée par Yacouba Sawadogo, un fermier innovateur de la région de Ouahigouya au Burkina Faso. En 1979, avant que Yacouba ne commence à le réhabiliter en y plantant et en y protégeant des arbres, ce terrain n'était qu'un plateau stérile.

GRAY TAPPAN / USGS; CHRIS REIL / WRI

À droite: Ce terrain productif était désertique en 1980. Ousséni Kindo, un autre fermier innovateur du nord du Burkina Faso, a expérimenté plusieurs techniques afin d'y implanter des graminées et des arbres natifs tout en y cultivant le mil.

La seconde paire d'images (ci-contre, en bas) met en évidence une modification interne de l'occupation des terres au sein d'un paysage beaucoup plus complexe résultant de l'évolution d'anciennes dunes de sable, dans le Sénégal septentrional à 25 km au sud-est de Dagana. En décembre 1965 (Corona, image de gauche) les arbres (points noirs) étaient parsemés au sein d'un couvert herbeux continu, et des zones boisées formaient des bosquets dans de nombreuses petites dépressions naturelles. Un demi-siècle plus tard, l'image de 2016 (DigitalGlobe, image de droite) montre que la plupart des arbres ont désormais disparu — du fait des pressions dues à la sécheresse et au bétail — sauf dans les dépressions boisées où l'eau s'accumule pendant la brève saison des pluies. Un camp saisonnier

d'éleveurs Peuls semi-nomades est visible dans la partie supérieure gauche de l'image. Le contraste frappant entre les dépressions boisées et les plaines ouvertes environnantes s'est accentué au cours du temps — un phénomène typique de nombreux paysages à travers le Sahel.

La modification interne de l'occupation des terres n'est pas forcément toujours négative. En Afrique de l'Ouest, nombreux sont les exemples de modifications positives telles que la régénération du couvert arboré, l'augmentation de la biodiversité sur des terres agricoles, ou l'utilisation de techniques de conservation de l'eau et du sol pour améliorer la productivité de terres (voir exemples ci-dessus et pages 70–71).