



Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation
et l'agriculture

Nature & Faune

Volume 30, Numéro 1

**La gestion durable des sols:
clé pour la sécurité alimentaire
et la nutrition en Afrique**



Crédits Photos:

Photo courtoisie de: © FAO

Photo courtoisie de: ©FAO/Rosetta Messori

Photo courtoisie de: ©FAO/Giulio Napolitano

Photo courtoisie de: Dana Baker

Photo courtoisie de: Katrien Holvoet

Photo courtoisie de: ©FAO/David Youngs

Photo courtoisie de: Isaurinda Baptista

Photo courtoisie de: Addam Kiari Saidou

Photo courtoisie de: Edson Gandiwa

Photo courtoisie de: Gerhard Nortjé

Nature & Faune

*Améliorer la gestion des ressources naturelles pour
la sécurité alimentaire en Afrique*

Volume 30, Numéro 1

La gestion durable des sols: clé pour la sécurité alimentaire et la nutrition en Afrique

Editeur : Foday Bojang

Editeur adjoint: Ada Ndeso-Atanga

Bureau Régional de la FAO pour l'Afrique

nature-faune@fao.org

<http://www.fao.org/africa/resources/nature-faune/fr/>

Bureau Régional pour l'Afrique

**Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
Accra, 2016**

COMITÉ DE LECTURE

Christel Palmberg-Lerche

Généticien des forêts
Rome, Italie

Mafa Chipeta

Conseiller en sécurité alimentaire
Limbe, Malawi

Kay Muir-Leresche

Économiste des politiques/Specialiste en économie des ressources agricoles et naturelles
Rooiels Cape, Afrique du Sud

Jeffrey Sayer

Ecologiste/expert en politique de conservation des ressources naturelles
Cairns, N. Queensland, Australie

Sébastien Le Bel

Spécialiste de la faune
Montpellier, France

Fred Kafeero

Spécialiste des ressources naturelles
Rome, Italie

August Temu

Expert en formation agroforestière et forestière
Arusha, Tanzania

Jean Prosper Koyo

Conseiller en ressources naturelles renouvelables
Pointe Noire, République du Congo

Douglas Williamson

Spécialiste de la faune
Angleterre, Grande-Bretagne. Royaume-Uni

El Hadji M. Sène

Spécialiste de la gestion des ressources forestières et de la foresterie en zone sèche
Dakar, Sénégal

Ousmane Guindo

Spécialiste en Politiques du commerce & du marketing agricoles, et en gestion des ressources naturelles
Asmara, Érythrée

Conseillers: Atse Yapi, Christopher Nugent, Fernando Salinas, René Czudek

COMITÉ INDÉPENDANT AD HOC D'EXAMEN EXTERNE

Édition spéciale du journal Nature & Faune pour l'Année internationale des sols 2015

Michiel C. Laker

Professeur Émérite en Science des Sols
Pretoria, South Africa

Victor O. Chude

Scientifique des Sols
Abuja, Nigeria

Patrick Gicheru

Scientifique des Sols
Embu, Kenya

Michel Sedogo

Scientifique des Sols
Ouagadougou, Burkina Faso

Botle Esther MAPESHOANE

Scientifique des Sols
Maseru, Lesotho

Bhanooduth Lalljee

Scientifique des Sols
Port Louis, Mauritius

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO, aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités.

ISSN: 2026 - 5824

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement les vues ou les politiques de la FAO.

© FAO, 2016

La FAO encourage l'utilisation, la reproduction et la diffusion des informations figurant dans ce produit d'information. Sauf indication contraire, le contenu peut être copié, téléchargé et imprimé aux fins d'étude privée, de recherches ou d'enseignement, ainsi que pour utilisation dans des produits ou services non commerciaux, sous réserve que la FAO soit correctement mentionnée comme source et comme titulaire du droit d'auteur et à condition qu'il ne soit sous-entendu en aucune manière que la FAO approuverait les opinions, produits ou services des utilisateurs.

Toute demande relative aux droits de traduction ou d'adaptation, à la revente ou à d'autres droits d'utilisation commerciale doit être présentée au moyen du formulaire en ligne disponible à www.fao.org/contact-us/licence-request ou adressée par courriel à copyright@fao.org.

Les produits d'information de la FAO sont disponibles sur le site web de la FAO (www.fao.org/publications) et peuvent être achetés par courriel adressé à publications-sales@fao.org.

TABLE DES MATIÈRES

A l'attention des lecteurs

Bukar Tijani

1

Éditorial

Michiel C. Laker

3

Chronique spéciale

Adaptation des intrants de la gestion de la fertilité des sols aux types de sols spécifiques: Étude de cas d'une expérimentation en pot au Rwanda

7

Pascal N. Rushemuka et Laurent Bock

Article d'Opinion

Les sols vivants d'Afrique

13

Lamourdia Thiombiano

Articles

Assurer une sécurité durable des sols en Afrique subsaharienne : quelques défis et options de gestion

Akim O. Osunde

16

Priorités de la gestion durable des sols au Nigéria

Victor Okechukwu Chude et Azubiike Chidowe Odunze

19

Priorités nationales pour la gestion durable des sols en Gambie

Abdou Rahman Jobe

23

Priorités pour une gestion durable des sols au Ghana

Francis M. Tetteh et Enoch Boateng

25

Stratégies pour la gestion durable des sols au Cabo Verde : défis liés à l'environnement et aux moyens de subsistance

Isaurinda Baptista

27

Gestion durable des sols au Niger: Contraintes, défis, opportunités et priorités

Addam Kiari Saidou et Aboubacar Ichaou

31

Les sols nigériens peuvent-ils soutenir la production agricole? Le dilemme d'un pédologue

Fasina Abayomi Sunday, Oluwadare David Abiodun, Omoju Olanrewaju Johnson, Oluleye Anthony Kehinde, Ogonnaya Uchenna Ogonnaya, et Ogunleye Kayode Samuel

35

Envasement des principales rivières au Parc national de Gonarezhou au Zimbabwe : une perspective de conservation

Edson Gandiwa et Patience Zisadza-Gandiwa

40

Étude comparative de la production de variétés de maïs tolérantes des sols à faible teneur en azote, avec ou sans engrais en République démocratique du Congo

Jean Pierre Kabongo Tshiabukole, Pongi Khonde, Kankolongo Mbuya, Jadika Tshimbombo, Kasongo Kaboko, Badibanga Mulumba, Kasongo Tshibanda et Tony Muliele Muku

44

Effets du labour zéro avec paillage sur le rendement du bananier des hautes terres de l'Afrique de l'est intercalé avec le haricot à Mulungu, dans l'est de la République démocratique du Congo

Tony Muliele Muku

47

TABLE DES MATIÈRES

Efficience agro-économique de la fertilisation minérale et biologique des haricots sur les ultisols des hautes-terres dans l'est de la République démocratique du Congo <i>Audry Muke Manzekele, Lunze Lubanga, Telesphore Mirindi, Benjamin Wimba, Katcho Karume, Solange Kazi, Sospeter Nyamwaro, Moses Tenywa, Josaphat Mugabo, Robin Buruchara, Oluwole Fatunbi, et Adewale Adekunle</i>	50
Propriétés physico-chimiques des sols sous les plantations de palmier à huile de divers âges <i>Sebastian Wisdom Brahene, Emmanuel Owusu-Bennoah, et Mark K. Abekoe</i>	55
Utilisation de déchets de bois et de fumier de volaille compostés par voie aérobie comme fertilisant organique <i>Stephen Okhumata Dania, Lucy Eiremonkhale et Margaret Iyabode Dania</i>	60
Évaluation de l'érodibilité du sol à Makurdi dans l'État de Benue au Nigéria <i>Blessing Iveren Agada et Martins Eze Obi</i>	63
Rôle du sol dans les systèmes alimentaires tenant compte de la nutrition en Afrique <i>Mawuli Sablah, Mohamed AgBendeck, Lamourdia Thiombiano, et Laouratou Dia</i>	66
L'importance de la gestion durable des terres pour la sécurité alimentaire et une nutrition humaine saine en Afrique centrale <i>Ousseynou Ndoye</i>	70
Impacts humains sur la gestion durable des sols dans les parcs fauniques: Conclusions basées sur des recherches effectuées au Parc National Kruger en Afrique du Sud et des études de reconnaissance au Parc National du Sérengeti en Tanzanie <i>Gerhard Nortjé</i>	74
Une méta-analyse du potentiel d'atténuation du changement climatique des arbres/forêts, du boisement et des plantes ligneuses pérennes à travers la séquestration du carbone du sol en Afrique <i>Oladele O. Idowu et Ademola K. Braimoh</i>	77
Maintenir le capital naturel du sol par une gestion climatique-intelligente des terres agricoles <i>Ernest L. Molua, Marian S. delos Angeles, et Jonas Mbwangue</i>	83
Intensification agricole par les petits exploitants dans les zones humides hydromorphiques comme outil pour neutraliser les effets du changement climatique : une étude de cas dans le district de Xai-Xai au Mozambique <i>Paulo Chaguala et Laurinda Nobela</i>	87
Fertilité du sol et avantages climatiques de l'adoption de l'agriculture de conservation en région montagneuse de la Tanzanie <i>Janie Rioux et Marta Gomez San Juan</i>	92
Observations sur le terrain: Impacts des programmes de conservation sur les stratégies de moyens d'existence des communautés et les structure locales de gouvernance dans la Chaîne montagneuse de l'Arc oriental en Tanzanie <i>Dana M. Baker</i>	97

TABLE DES MATIÈRES

Analyse de la diversification durable des moyens d'existence des communautés de pêche maritime au Bénin <i>Katrien Holvoet, Denis Gnakpenou, et Rita Agboh Noameshie</i>	103
Pays à la Une: République de Cabo Verde <i>Jacques de Pina Tavares</i>	107
Activités et Resultas de la FAO	
Messages clés sur les sols préparés par le Département des forêts de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture	112
Promouvoir la gestion durable des sols en Afrique sub-saharienne à travers le Partenariat africain sur les sols <i>Liesl Wiese, Craig Chibanda, Victor Chude, Ronald Vargas et Lucrezia Caon</i>	113
Liens	116
Nouvelles	117
Annonce	119
Thème et date limite pour la soumission des manuscrits pour le prochain numéro	121
Directives à l'intention des auteurs, Abonnement et Correspondance	122



Rangées d'arbres plantés le long des berges des canaux d'irrigation et de drainage dans la ville de Louxor, en Egypte

Photo courtoisie de : @FAO/Rosetta Messori

Bukar Tijani¹

Les Nations Unies ont proclamé 2015 comme l'*Année Internationale des Sols*. Pour contribuer à la célébration de cet événement d'une importance mondiale, ce numéro spécial du journal *Nature & Faune* aborde le thème centrale de « La gestion durable des sols : un facteur clé de la sécurité alimentaire et de la nutrition en Afrique ».

La qualité des sols de l'Afrique

L'Afrique est dite posséder des ressources naturelles agricoles considérables qui lui permettent de « nourrir le monde ». Ce potentiel doit être exploité et des solutions doivent être trouvées pour surmonter les obstacles qui l'empêchent de devenir une réalité. De grandes zones d'Afrique sont arides et semi-arides avec des moyennes pluviométriques faibles et irrégulières, une faible production de la biomasse et par conséquent une teneur en matière organique faible dans les sols. Cette situation est toutefois contrebalancée dans les zones tropicales humides de l'Afrique centrale et orientale où les pluies sont abondantes et la fertilité du sol est élevée.

L'Afrique est dotée de sols alluviaux très riches le long de la plupart de ses fleuves. Avec une irrigation appropriée, les potentiels de ces zones, à savoir, les montagnes de l'Afrique centrale/orientale (Rwanda, Burundi, Ouganda, etc.) et les grandes étendues du Zimbabwe et de la République démocratique du Congo, qui ont des sols agricoles excellents, peuvent être exploités de façon maximale. Ce numéro encourage le développement pour favoriser l'agriculture dans ces zones à fort potentiel. Les sols au potentiel plus faible ont souvent les capacités de faire pousser les cultures arboricoles telles que le caoutchouc, le palmier à huile, le cacao, etc.

Ce numéro spécial du journal contient environ 30 articles en provenance de plusieurs pays africains, fournissant ainsi un aperçu panoramique des défis auxquels est confrontée la gestion durable des sols en Afrique. Certains sont des articles de revue générale, tandis que d'autres sont des rapports sur les conclusions d'expériences ou d'enquêtes spécifiques. Les lecteurs sont encouragés à lire ces articles sans préjugés et à être prêts à apprécier la grande diversité des ressources en sols de ce continent énorme, une situation présentant des défis plus grands qui rendront la tâche du pédologue plus complexe, quoique passionnante.

L'importance des enquêtes et évaluations des sols

Les articles reconnaissent que les enquêtes pédologiques détaillées sont onéreuses et prennent du temps mais sont indispensables pour une utilisation durable des terres. Ils indiquent également que les coûts d'opportunité en termes de rendement et de pertes de cultures en l'absence des informations d'enquête, sont de loin plus élevés que le coût des enquêtes. Les exposés indiquent aussi que l'Afrique

dispose d'une magnifique zone agro écologique large et de cartes pédologiques, mais que celles-ci ne sont pas adaptées à la planification de l'agriculture et de la gestion spécifique au site.

Afin d'entreprendre une enquête pédologique détaillée et les travaux connexes, y compris la recherche, des institutions fortes et bien équipées (ce qui manque actuellement dans la plupart des pays) sont nécessaires. Quelques uns des articles font également une forte promotion du développement de systèmes nationaux de classification des sols malgré l'existence de systèmes internationaux majeurs tels que la Soil Taxonomy and World Reference Base for soil resources (WRB). Ces dernières sont reconnues comme utiles pour les communications internationales sur les sols, mais pas effectives pour l'interprétation locale et la prise de décision sur l'utilisation et la planification des terres ou la gestion durable des sols. Un article par un auteur rwandais souligne l'existence de systèmes locaux de classification des sols au niveau communautaire. Les populations locales donnent des noms aux différents types de sols qu'elles distinguent et disposent de systèmes efficaces d'évaluation du caractère approprié des terres basés sur leurs classifications des sols. Par expérience, ils savent ce qui peut être fait sur quel type de sol. Par exemple, les agriculteurs savent que différents sols doivent être fertilisés différemment.

Gestion de la fertilité du sol

Plusieurs articles abordent les divers aspects de la gestion de la fertilité du sol, notamment les sols fortement altérés des zones tropicales humides où presque tous les nutriments des plantes sont contenus dans la végétation (Groupe de travail ISSS RB, 1998). Les pratiques de brûlis et de jachère à long terme ont contribué à l'état actuel de la fertilité des sols dans les zones où elles sont monnaie courante. En raison des pressions exercées par les populations, les périodes de jachère ont considérablement décliné, entraînant un système non durable. Une expérience décrite par un article provenant du Nigéria, montre que lorsque le matériel végétal a été brûlé et que sa cendre a été laissée sur le sol, ou que les résidus intacts des plantes ont été incorporés dans le sol, le rendement de la deuxième année baisse beaucoup moins que lorsque les résidus des plantes sont mis en balles et ôtées du sol, auquel cas, le rendement de la seconde année a baissé de 45%.

¹Bukar Tijani. *Sous-Directeur général, Représentant régional pour l'Afrique, Bureau régional pour l'Afrique, Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, P. O. Box GP 1628 Accra, Ghana.*
Tél.: (233) 302 675000 Poste. 2101/ (233) 302 610 930;
Fax: 233 302 668 427.
Courriel: ADG-RAF@fao.org

Minimiser les risques y compris ceux causés par les changements climatiques

Il existe diverses technologies que les petits exploitants en Afrique utilisent pour atténuer les risques et s'adapter aux conditions pédologiques et/ou climatiques défavorables. Les exemples discutés dans les articles incluent la sélection de cultivars appropriés qui sont adaptés à des conditions défavorables spécifiques ou au stress. Un article venant de la République démocratique du Congo a étudié la sélection de cultivars du maïs pour l'identification de traits génétiques qui confèrent l'adaptation aux conditions caractérisées par le faible taux d'azote. Un article inspiré qui nous vient du Niger, décrit la mise en œuvre réussie des techniques indigènes de gestion des sols et de l'eau au niveau communautaire. Deux articles du Cap vert rapportent comment l'engagement des gouvernements successifs à la cause de la conservation du sol et de l'eau, a produit des augmentations stupéfiantes des rendements des fruits et légumes sur ce petit état insulaire.

Les auteurs du Mozambique partagent les expériences d'exploitants qui ont pris des mesures pour réduire leur vulnérabilité, s'adapter et atténuer ou réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et améliorer les puits de GES. Les agriculteurs ont décidé d'abandonner la culture pluviale et ont tourné toute leur attention vers la production culturale dans les terres humides saisonnièrement inondables le long d'un grand fleuve. Cette culture durant la saison non-inondable est largement pratiquée le long des grands fleuves d'Afrique. Les capacités de différents systèmes à séquestrer le carbone et minimiser les émissions de gaz à effet de serre ont également été examinées.

Le facteur humain est essentiel

Le facteur humain dans la gestion durable des sols est d'une importance capitale comme l'illustrent deux articles de la Tanzanie et un article de l'Afrique du sud. Les articles démontrent l'importance de comprendre les besoins et priorités des agriculteurs et des communautés et le processus de prise de décision. Les auteurs démontrent que c'est seulement en prenant en compte les besoins et aspirations des populations que l'on peut sauver l'environnement. Cela est démontré dans un cas où le conflit entre une communauté et une zone forestière protégée a été résolu grâce à l'établissement d'un plan d'irrigation pour la communauté vivant près de l'aire protégée. Dans un autre cas, il s'est avéré que les paysans ont choisi de ne pas adopter un ensemble de

pratiques de l'agriculture de conservation, mais seulement quelques unes de ses composantes et avaient de bonnes raisons pour ce choix. Cette situation correspond à une réalité émergente par laquelle les scientifiques voient un ensemble de pratiques recommandées, tandis que les exploitants voient des composantes individuelles du paquet et les sélectionnent en conséquence. Un facteur humain essentiel au succès est la collaboration. Les plans ambitieux du Partenariat africain sur les sols dans ce domaine sont expliqués dans un article apparaissant sous la rubrique Activités et résultats de la FAO.

Le pays à la une dans ce numéro est la République de Cabo Verde. Jacques de Pina Tavares, chercheur en développement rural à l'Institut national pour la recherche et le développement agronomiques (INIDA), nous donne un aperçu de comment les technologies de gestion des bassins versants ont été conçues pour stimuler la résilience du Cabo Verde aux changements climatiques, et pour atténuer les effets de la désertification.

Nous sommes convaincus que ce numéro spécial du magazine Nature & Faune, avec sa variété d'articles passionnants qui abordent des questions liées à la gestion durable des sols en Afrique, est une contribution importante à la promotion de la durabilité sur le continent. Alors que 2015, l'Année Internationale des Sols tire à sa fin et que 2016, l'Année Internationale des Légumineuses commence, nous nourrissons la conviction que la région Afrique exploitera la connaissance générée et la consolidera durant les délibérations de la 7^{ème} Conférence de l'Association Africaine de la Science du Sol qui se tiendra en février au Burkina Faso ; et de la Conférence Interministérielle qui sera organisée plus tard en 2016 avec l'objectif de passer en revue les progrès réalisés suite à la Convention d'Abuja sur les engrais – établissant un nouveau calendrier pour la mise en œuvre et renforçant sa mise en œuvre en détournant l'attention des engrais vers la gestion intégrée de la fertilité du sol. Il y aura également la 20^{ème} Session de la Commission des forêts et de la faune sauvage pour l'Afrique qui se tiendra au Kenya (février 2016) et la 29^{ème} Conférence régionale pour l'Afrique en Côte d'Ivoire (avril 2016). Ces conférences et les engagements de haut niveau exploiteront les mesures déjà prises pour inspirer l'espoir et fournir des solutions aux défis de développement de l'Afrique, y compris les défis préoccupants liés aux sols. J'espère que les citoyens africains peuvent compter sur vous pour faire face à ces défis!

Comprendre la gestion durable des terres en Afrique

Michiel C. Laker¹

L'Atlas africain des sols de 2013 (Jones, A. et al 2013) indique clairement que seul environ 8% du continent est couvert des sols qui « sont relativement à l'abri des contraintes naturelles liées à l'agriculture », et que la grande partie des terres cultivées actuellement en Afrique se trouve dans des zones jugées non favorables... tandis que les zones qui semblent favorables ne sont pas cultivées ». Selon le même Atlas, « le climat en Afrique n'est pas de nature à faciliter une amélioration de l'agriculture ». La grande partie des terres en Afrique sont confrontées à de mauvaises conditions qui limitent la production agricole. Dans certaines zones ces conditions sont si graves qu'une utilisation durable nécessite une gestion minutieuse. L'Atlas contient une carte mondiale des sols qui montre « clairement que les sols en Afrique ont des caractéristiques singulières qui les distinguent de ceux des autres continents » (Jones et al., 2013). Une caractéristique frappante est l'absence quasi-totale en Afrique des sols profonds, naturellement fertiles, riches en matières organiques, friables (et par conséquent faciles à cultiver) qui sont généralement présents dans les pays tempérés à haute latitude dans l'hémisphère Nord. Il s'agit des tchernozioms, des kastanozems et des Phaeozems des prairies américaines et des steppes russes. Il est difficile de maintenir des niveaux de matière organique relativement élevés dans les sols en raison des hautes températures en Afrique. La majorité des sols favorables sont des sols noirs ou rouges argileux difficiles à cultiver. Ils ne peuvent pas être efficacement exploités à l'aide des technologies et des systèmes de gestion qui sont utilisés avec succès dans les pays tempérés sans une adaptation appropriée de ces derniers. Dans la plupart des cas, des approches complètement nouvelles sont nécessaires pour accroître la fertilité, la productivité et la durabilité des sols.

Les pédologues en Afrique font face à trois principaux défis, notamment : (i) comment faire en sorte que l'on puisse profiter du plein potentiel de toutes les zones couvertes de sols favorables, (ii) comment trouver la meilleure façon d'adapter les technologies existantes afin d'améliorer la gestion des sols et la production et (iii) comment développer de nouvelles technologies de gestion durable, surtout pour la gestion des vastes zones de sols marginaux que les agriculteurs sont obligés de cultiver pour assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Afrique.

Les agriculteurs africains aussi font face à un certain nombre de contraintes politiques, socioéconomiques et socioculturelles. Le manque d'infrastructure, notamment des routes et des services de transport constitue un problème

majeur limitant l'accès aux intrants agricoles et le transport des produits vers les marchés, surtout dans le cas des petits exploitants agricoles des milieux ruraux reculés. Le plus souvent, les intrants dont les agriculteurs ont besoin ne sont pas disponibles dans leurs milieux ou dans leur pays. Au cas où ils sont disponibles, ces intrants, par exemples les engrais, sont souvent excessivement chers. Les services consultatifs sont souvent limités, tant en matière d'accessibilité et de pertinence pour les petits exploitants. Lorsque des technologies modernes sont introduites, il manque souvent l'appui technique tant en matière de disponibilité de mécaniciens/techniciens et de disponibilité et d'abordabilité des pièces de rechange. Il s'agit, entre autres, des tracteurs, des moissonneurs, des pompes et des systèmes d'irrigation. Plus une technologie est sophistiquée, plus elle est exigeante en termes d'infrastructures physiques et de services d'entretien.

Ces contraintes nécessitent la mise en place des approches et des stratégies adaptées aux conditions dans lesquelles les agriculteurs sont appelés à travailler. Dans la plupart des régions en Afrique, les agriculteurs locaux ont eux-mêmes développé des approches et des technologies adaptées aux conditions auxquelles ils sont confrontés. Au fil des ans, les agriculteurs ruraux ont employé des méthodes indigènes, telles que le paillage, les cultures intercalaires, de simples techniques de lutte contre l'érosion, etc. pour maintenir et améliorer la qualité des sols et le rendement. Le programme *Land Care* en Afrique du Sud a développé à l'intention des petits exploitants ce qu'il croit être la meilleure pratique pour la culture de maïs : au cours d'un essai sur le terrain, les agriculteurs chefs de file ont comparé cette meilleure pratique à leur propre pratique afin de démontrer aux agriculteurs du milieu combien ils peuvent accroître leur production de maïs en adoptant cette meilleure pratique. Le résultat de cet essai était une grande surprise : Le meilleur rendement était obtenu par l'agriculteur chef de file 4 qui a utilisé une pratique qu'il a développé lui-même. (Figure 1). Il s'agit d'un bon exemple montrant la mesure dans laquelle la meilleure approche consiste à commencer par la technologie de l'agriculteur chef de file 4 et à l'utiliser comme point de départ pour améliorer l'approche existante de l'agriculteur et la transférer aux autres agriculteurs. Il est certain qu'il existe plusieurs exemples similaires dans les autres pays d'Afrique.

¹Michiel C. Laker

Professeur émérite de pédologie, Université de Pretoria, Pretoria, Afrique du Sud.

Adresse postale: 477 Rodericks Road, Lynnwood 0081, South Africa.

Cellulaire: + 27827855295

E-mail: mlaker@telkomsa.net

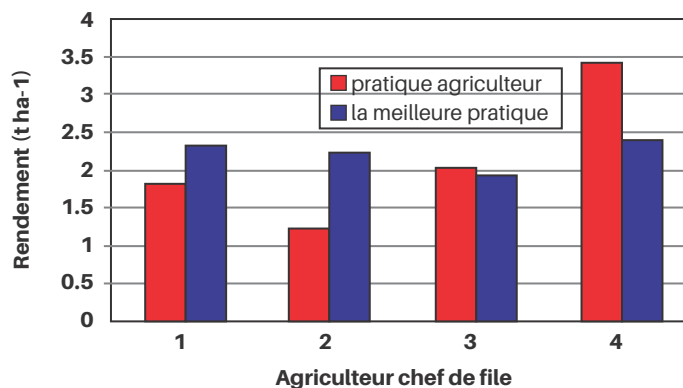


Figure 1. Rendement de maïs à l'issue des essais réalisés par les agriculteurs : Magusheni, Cap Oriental, Afrique du Sud

Il est impossible d'obtenir de façon durable de bons rendements agricoles sans une classification appropriée des sols et surtout une bonne évaluation des différents usages finaux appropriés des terres. Les dernières décennies ont connu une explosion d'intérêt pour les nombreux systèmes indigènes de classification des sols et d'évaluation des terres développé par les groupes de populations et des communautés à travers l'Afrique. Le plus important est que les scientifiques prennent de plus en plus conscience de la valeur de ces systèmes.

Les agriculteurs et les pédologues sont les personnes clés qui doivent être impliquées dans toute initiative en vue d'une gestion durable des sols. Les agriculteurs ont leur base de connaissances concernant la meilleure façon d'utiliser les sols quel que soit le paysage (versant d'une montagne, zones arides, zones marécageuses, bandes côtières etc.) et sont conscients que l'adaptabilité d'un sol dépend de ce que l'agriculteur veut y cultiver. Même des sables du désert peuvent être propices à plusieurs cultures, et la foresterie et l'horticulture peuvent réussir sur certaines des terres décrites en termes généraux comme étant infertiles. Les pédologues disposent des connaissances scientifiques de bases nécessaires pour prévoir les conséquences qui pourraient découler de l'introduction d'un système nouveau ou adapté d'utilisation ou de gestion des terres. Cependant, aucun succès ne serait possible sans l'implication des autres, notamment les agronomes, les spécialistes de l'horticulture, les ingénieurs, les agents de vulgarisation, etc. et l'étroite collaboration avec ces derniers. Le plus souvent, l'interaction effective avec les décideurs politiques et les politiques revêt également une grande importance. Malheureusement les agriculteurs ne sont pas souvent impliqués quand il s'agit de prendre des décisions sur le développement agricole. De la même façon, les pédologues sont souvent écartés du processus décisionnel, ou leurs conseils et recommandations restent lettres mortes. Il en résulte souvent l'échec des projets, la dégradation des sols et leurs conséquences adverses sur les agriculteurs et leurs familles. Un généticien des populations à Stanford University, Peter Ehrlich, a une fois déclaré que le sol est la ressource la plus négligée sur terre. Il ressort de mon expérience personnelle et de celle des

pédologues à travers le monde, surtout s'agissant du développement des petits exploitants, que les pédologues sont probablement les scientifiques les plus ignorés au monde. (Laker, 2000). Par conséquent, lors de cette Année Internationale des Sols, l'accent ne doit pas être mis seulement sur les sols en Afrique, mais également sur les pédologues en Afrique et les agriculteurs qui bénéficient de leurs travaux.

Dans les conditions climatiques et pédologiques marginales ou non idéales, la sélection des cultures appropriées et surtout des cultivars adaptés est un facteur indispensable pour la réussite. Depuis des centaines d'années, les petits exploitants africains ont consciencieusement développé des cultivars qui sont fortement adaptés à leurs conditions en collectant chaque année des semences des plantes qui ont donné le meilleur rendement. L'introduction des soi-disant variétés à haut rendement qui sont développées pour fournir les meilleurs rendements dans les conditions idéales échoue lorsque ces variétés sont introduites dans des zones marginales, et les rendements obtenus sont même inférieurs à ceux des cultivars locaux. En exploitant les vastes pools de gènes dont les petits exploitants sont les dépositaires, depuis des centaines d'années, les généticiens des plantes/sélectionneurs peuvent développer toute une gamme de cultivars plus productifs adaptés à différentes situations non idéales.

Mon expérience personnelle a montré combien il est important d'écouter les agriculteurs de prime abord. Mon contact avec les petits exploitants a commencé sur les collines de Pondoland Est dans le coin Nord-Est de l'actuelle province Est du Cap dans la République de l'Afrique du Sud lors de mes vacances universitaires en juin 1960. C'était une région où la pluviométrie était bonne (700 à 1 000 mm par an) et les sols n'étaient pas physiquement dégradés, mais étaient acides et avaient de très faible teneur en phosphore. D'une manière ou d'une autre, un agriculteur avait découvert que je faisais des études en agronomie et s'était approché de moi pour me demander de lui donner des conseils pour améliorer son rendement de maïs. Premièrement, je m'étais rendu compte qu'il s'agissait d'un agriculteur qui voulait vraiment

accroître sa production agricole. Secundo, je m'étais aperçu que malgré toutes mes connaissances universitaires et l'expérience pratique que j'avais acquise en matière d'agriculture en travaillant dans le champ de mon oncle depuis mon enfance, je n'avais pas de réponse à ses questions. Je ne pouvais pas lui conseiller d'utiliser des engrais parce qu'il ne pouvait les trouver nulle part dans son milieu car le mauvais état des routes et l'absence de véhicule ne permettaient pas de faire venir des engrais. Le fumier pouvait offrir une possibilité, mais c'était rare car il était fortement demandé pour plusieurs autres usages domestiques importants. Bien que je ne l'eusse pas pu donner des conseils clairs, nous avons eu de longues discussions sur l'agriculture. Tout de même, ces discussions avaient porté quelques fruits car quelques années plus tard, il m'avait envoyé par courrier un cadeau de Noël pour me remercier de ces discussions qu'il avait jugées utiles.

L'importante leçon que j'ai apprise à partir de ce moment est qu'on ne doit jamais aller dans une communauté d'agriculteurs avec des idées « ingénieuses » préconçues. Mais il faut d'abord s'entretenir avec les agriculteurs. Les écouter. Éviter de leur donner des cours d'agriculture. Faire des observations. « Une bonne observation est synonyme d'une bonne démarche scientifique et peut être plus utile que des expériences statistiquement planifiées » (Julian Thomas, 2012) Ensuite il faut se former une idée et essayer de formuler des suggestions avec la participation des agriculteurs. Par la suite, j'ai énormément appris des observations étonnantes faites par les agriculteurs eux-mêmes et à partir des technologies utilisées par ces derniers. J'aimerais partager certaines de ces expériences.

Plus tard dans ma carrière, (en 1995) j'avais participé à une visite d'étude sur les sols indigènes et les pratiques de conservations de l'eau au Burkina Faso et au Niger. Le premier jour de la visite, j'étais frustré par les propos de notre hôte venu d'Europe. J'avais observé que dans le milieu, il y avait des trous de semis. Le soir-là, je lui avais posé la question : « avez-vous constaté qu'ils ont semé sur les buttes à côté des trous et non dans les trous ? Sa réponse était : « Quelle bêtise ! Ils ont planté dans les trous et non à côté des trous parce que l'eau s'accumule dans les trous ». Le jour suivant nous avons poursuivi la visite dans une collectivité qui était auparavant considérée comme étant très dynamique. En marchant du bus vers le lieu de rassemblement, nous avons traversé un champ dans lequel le semis était fait sur les buttes et non dans les trous. Je lui avais fait remarquer cela. Je lui ai ensuite dit de leur demander pourquoi ils avaient semé sur les buttes et non dans les trous. Quand il leur avait posé la question, le porte-parole de la collectivité avait donné une longue réponse en français qui était traduite par l'hôte comme suit : « Si le sol est peu profond, nous semons sur les buttes. S'il s'agit d'un sol profond, nous semons dans les trous. Mais si le sol est croûté (formation de couches imperméables), nous ne creusons pas de trou ». Du point de vue scientifique l'utilisation de ces méthodes astucieuses par les agriculteurs pour adapter une technologie à des situations spécifiques est logique.

Ce qui est frappant concernant la réussite de la stratégie de conservation des sols et de l'eau au Burkina Faso était le fait qu'elle était entièrement impulsée par la communauté. Les décisions étaient prises par des communautés individuelles. Ces communautés n'étaient pas sous le contrôle du gouvernement quant à ce qu'il fallait faire et comment le faire. Au contraire le gouvernement agissait dans les coulisses pour fournir des conseils et l'appui lorsque la communauté en fait la demande. Ces conseils et cet appui étaient très importants.

Dans certains pays d'Afrique Australe, des dessoucheuses à griffe (charrues ciseaux) sont utilisées pendant longtemps en employant des stratégies bien planifiées. Dans la partie Nord-Est de la province du cap oriental, entre le fleuve Kei au Sud et la frontière avec la province KwaZulu-Natal au Nord dans la localité traditionnelle de Xhosa en Afrique du Sud, ce procédé était utilisé dans le cadre d'un système que la population locale appelait le système *Gelesha*. Selon ce système, le sol est dessouché au milieu de l'hiver juste après les récoltes du maïs ou du sorgho. Cela permet de dégager la surface du sol pour l'infiltration effective d'une quantité importante d'eau de pluie au printemps, ce qui est très important car il s'agit d'une zone caractérisée par des sécheresses au milieu de l'été, qui sont courantes sur le littoral Est de l'Afrique. De surcroît, les bœufs sont toujours en forme au milieu de l'hiver, mais à la fin de l'hiver ils sont généralement en cours de force et par conséquent incapables de tirer les dessoucheuses sur un sol sec et dur. Malheureusement, ce système a disparu en grande partie suite à l'introduction du système de labourage à l'aide des tracteurs subventionnés par le gouvernement. Le système mécanisé n'avait pas emboîté le pas à l'approche *Gelesha* pour ce qui concerne la période des cultures et le type de matériel agricole utilisé, entraînant ainsi une faible conservation d'eau (collecte des eaux de printemps) et une dégradation physique importante des sols telle que l'encroûtement et le compactage.

Une étude menée en Zambie a montré que des petits exploitants individuels avaient obtenu des résultats excellents sur des sols fertiles le long des rives du fleuve Zambezi (Plate 1), mais ils avaient dû limiter considérablement leur production car le marché local était très restreint (Kwaw-Mensah, 1996). Ils avaient même introduit un système de quotas entre eux pour donner la possibilité à chacun d'avoir une part du marché. Il y avait un grand marché à Lusaka, mais en raison du mauvais état des routes et du manque des services de transport, ils ne pouvaient pas transporter leurs produits à ce marché. Plus au Nord du fleuve Zambezi, la production avait subitement accru quand un grand groupe de super marché s'était installé dans la ceinture du cuivre et envoyait ses camions pour collecter les légumes directement des champs (Daka, 2001). Avec l'expansion, l'irrigation traditionnelle au seau est devenue trop compliquée, et il y avait lieu de trouver d'autres systèmes d'irrigation. En fin de compte, deux systèmes qui étaient bien connus ailleurs en Afrique étaient introduits. Le premier était la pompe à pédale (pompe à pied). Elle était tout d'abord rejetée par les agriculteurs, mais quand elle a été modifiée pour répondre à l'aspiration des agriculteurs avec des matériaux de construction

qui puissent permettre aux artisans des villages de construire et d'entretenir les pompes, 2 500 pompes ont été adoptées au bout de trois ans. Le deuxième était l'irrigation par jarres d'argile poreuse. Au cours des expériences sur le terrain, il a été constaté que l'irrigation par jarres d'argile poreuse permettait de cultiver toute une variété de légumes en utilisant seulement 30 à 50 % de l'eau utilisée avec le système local traditionnel.



Plate 1 - Une petite exploitation située sur les rives du fleuve Zambezi en Zambie. (Aussi à droite au fond, un champ de tomate).

Les agriculteurs africains ont généralement une bonne idée de ce qu'il y a lieu de faire et comment le faire sur différents types de sols et dans différentes zones géographiques en tenant compte des différentes conditions dans lesquelles ils sont appelés à travailler. Je suis convaincu qu'ils aimeraient améliorer leur production, à condition qu'ils le fassent d'une manière raisonnable et que cela devrait constituer la base à partir de laquelle l'on peut améliorer systématiquement les compétences et les rendements en vue de la durabilité agricole, économique et environnementale. Une agriculture de pointe dépend énormément de la disponibilité tant des infrastructures physiques de haute qualité que des services d'appui (pièces de rechange, techniciens / mécaniciens, intrants agricoles, services consultatifs, etc.). Lorsque ces facteurs sont absents, c'est l'échec.

Les scientifiques et les gouvernements doivent comprendre chaque situation et ses limites comme il se doit, et agir en conséquence. L'agriculture a deux composantes principales, à savoir l'exploitation et l'agriculteur. « Le développement agricole ne concerne pas seulement l'augmentation de la production alimentaire, mais implique également des changements parallèles dans tout un mode de vie. La recherche a en grande partie soit manqué ce objectif ou ne l'a pas encore atteint... Les processus d'un changement digne de ce nom sont lents, mais doivent être honorés si un tel changement est fait dans le meilleur intérêt du bénéficiaire» (Barbara Rosenthal lors d'un séminaire de maîtrise à l'Université Cornell, 1977). L'Afrique a d'urgence besoin du changement, mais ce dernier doit être abordé en tenant compte des connaissances des populations indigènes du sol pour qu'il puisse donner un résultat constructif.

L'Afrique, tout comme ses problèmes, revêt une singularité qui caractérise son sol ses ressources climatiques. Les fortes variabilités spatiales de la qualité des sols et la nature de leurs limites font que l'Afrique a besoin des solutions spécifiques. Les solutions toutes faites ne sont pas efficaces (FIDA, 1992). Le pool de connaissances accumulées par les agriculteurs africains constitue une ressource énorme pour le continent. En tirant profit de ces connaissances et en les combinant aux connaissances scientifiques de ses pédologues et d'autres scientifiques, l'Afrique pourrait avoir l'opportunité d'améliorer sa productivité agricole grâce à l'utilisation des approches et des stratégies appropriées de gestion durables des sols. Peut-être que nous devrions adopter le slogan que j'ai vu sur le mur du bureau de Bob Reginato au laboratoire de conservation de l'eau des États-Unis à Phoenix, Arizona : « Nous sommes confrontés à une série de grandes opportunités, déguisées de façon ingénieuse en problèmes sans solution ».

Références

- Daka, A.E. 2001. Development of a technological package for sustainable use of dambos by small-scale farmers. PhD thesis, University of Pretoria, Pretoria. 225 pp. Available free at www.up.ac.za
- IFAD 1992. Soil and water conservation in Sub-Saharan Africa - Towards sustainable production by the rural poor. Free Univ., Amsterdam. 110 pp.
- IUSS Working Group RB 1998. World Reference Base for Soil Resources: Atlas (E.M. Bridges, N.H. Batjes and F.O. Nachtergaele, Eds.). ISRIC-FAO-IUSS-Acco, Leuven.
- Jones, A., Breuning-Madsen H, Brossard M, Dampha A, Deckers J, Dewitte O, Gallali T, Hallett S, Jones R, Kilasara M, Le Roux P, Michéli E, Montanarella L, Spaargaren O, Thiombiano L, Van Ranst E, Yemefack M, Zougmore R., (eds.), 2013, Soil Atlas of Africa. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg. 176 pp.
- Kwaw-Mensah, D. 1996. Causes of low agricultural productivity in the Senanga district of Zambia. MInstAgrar dissertation, University of Pretoria, Pretoria. 152 pp.
- Laker, M.C. 2000. Can Africa's soil scientists combat the threats to the continent's soil and related natural resources? Plenary lectures, Golden Jubilee Congress of the Egyptian Soil Science Society on Soil and Sustainable Agriculture in the New Century, Cairo, 23-25 October 2000. pp 39-47.
- Oldeman, L.R. 1992. Global extent of soil degradation. ISRIC Bi-annual report 1991-1992, pp. 19-36. ISRIC, Wageningen.
- Rosenthal, B. 1977. The selection of soil mulches for use in less developed tropical areas. Unpublished MSc seminar, Cornell University, Ithaca.
- Thomas, J. 2012. Unpublished report to M.C. Laker on research experiences at the Makhathini research station, South Africa. FAO, Rome. (Note: The Makhathini research station was established for the purpose of conducting agronomic research with a view to the development of an irrigation scheme for small scale commercial farmers.)

Adaptation des intrants de la gestion de la fertilité des sols aux types de sols spécifiques: Étude de cas d'une expérimentation en pot au Rwanda

Pascal N. Rushemuka¹ et Laurent Bock²

Résumé

Promouvoir l'utilisation intensive des engrais pour favoriser la productivité de sols de nature pauvre au Rwanda, requiert une bonne compréhension des réponses des cultures à leur application. Se fondant sur la logique de systèmes paysagiques hiérarchisés et multi-échelles, des échantillons composites de sols de surface prélevés dans quatre types de sols représentatifs du bassin versant ont été considérés pour démontrer l'importance de comprendre la répartition spatiale des sols comme moyen d'orienter l'application d'intrants appropriés pour la gestion de la fertilité de chaque type de sol. La chaux, le fumier de bovins/fumier de ferme (FYM), les fertilisants et leurs différentes combinaisons ont été testés sur quatre types de sols. Les résultats ont confirmé des réponses d'une différence significative entre les types de sols et entre les traitements de gestion de la fertilité des sols impliquant différents intrants ($p \leq 0,001$). Il a été observé que pour Urusenyi (Entisols), l'application de FYM peut améliorer la réponse au fertilisant. Toutefois, en raison du bon rendement du contrôle, l'utilisation intensive du FYM peut être une option recommandable. Pour Inombe, tous les traitements où le NPK a été inclus ont donné des rendements d'une différence significative vis-à-vis aux traitements où le NPK n'a pas été inclus. Dans ce type de sol, le traitement recommandable était la combinaison de fumier et de fertilisants. Pour Umuyugu/Mugugu (Oxysols) et Nyiramugengeri (Histosols), la réponse dans tous les traitements sans chaux était négligeable. Par contre, l'effet de la chaux était spectaculaire et significative par rapport aux traitements sans chaux. Dans ces deux types de sols, le meilleur traitement était la combinaison de chaux, de FYM et de fertilisant. Cette expérience a confirmé l'idée d'adapter les intrants de gestion de la fertilité des sols à chaque type de sol au niveau du bassin versant.

1. Introduction

Le territoire national rwandais est divisé en diverses zones agroécologiques (ZAE) à une échelle de 1:250000 (Delepiepierre, 1974). Toutefois, en raison de la complexité du relief et des roches-mères, les sols demeurent très variés à l'intérieur d'une même ZAE (Steiner, 1998). Le Rwanda dispose également d'une carte pédologique nationale (Birasa et al., 1990) à une échelle plus grande (1:500000) et connue sous l'acronyme CPR (Carte pédologique du Rwanda). Malgré cela et pour plusieurs autres raisons (Rushemuka et al., 2014a, b, c), cette carte pédologique n'aide pas complètement à surmonter le problème des variations de types de sols sur une courte distance au sein d'une même ZAE (Steiner, 1998). En outre, dans l'environnement biophysique complexe du Rwanda, il serait irréaliste de proposer une carte

pédologique plus détaillée car cela impliquerait des coûts prohibitifs sans pour autant résoudre le problème de base. D'autre part, il a été observé que les paysans au Rwanda (Habarurema et Steiner, 1997 ; Steiner, 1998 ; Rushemuka et al., 2014) à l'instar d'autres paysans à travers le monde (WinklerPrins, 1999; Barrera-Bassols et Zink, 2003 et 2006 ; Barrios et al., 2011) possèdent une carte pédologique mentale précise et exacte avec une nomenclature des sols très accessible. En même temps, il a été noté qu'en l'absence d'une étude systématique des différents types de sols au niveau des bassins versants, les pédologues au Rwanda ont été dans l'incapacité de recommander des formules de fertilisation spécifiques aux différents types de sols pour les principales cultures du pays et cela malgré plus de 50 ans de recherches sur la gestion de la fertilité de sols (Rushemuka, 2014a). Dans ces circonstances, seules des recommandations génériques/générales sont formulées pour un type de culture pour l'ensemble du territoire national sans considération aucune pour les ZAE et les divers types de sols. En conséquence, les paysans ne disposent pas de recommandations spécifiques pour leurs différents types de sols (Steiner, 1998). La non prise en compte de différents types de sols rend les interventions telles que la réponse aux engrais plus erratiques et moins rentables (Rutunga, 1991 ; Sanchez et al., 1997), d'où la faible adoption des technologies de fertilisants promues (Steiner, 1998). La question qui se pose est donc celle de comprendre pourquoi les scientifiques devraient-ils continuer d'échouer/d'ignorer/de négliger d'intégrer les savoirs pédologiques définis scientifiquement et ceux définis au niveau des paysans afin de construire une stratégie de gestion de la fertilité des sols et formuler des messages de vulgarisation basés sur le système de nomenclature des sols des agriculteurs ? La présente étude a testé la réponse des cultures à l'application de la chaux, du fumier et des engrais et de leurs diverses combinaisons. L'objectif était de démontrer que différents types de sols répartis dans différents unités paysagiques d'un même bassin versant peuvent avoir besoin de différentes recommandations de gestion de la fertilité. L'idée principale est que, au niveau du bassin versant, le sol est l'unité fondamentale pour des recommandations de la gestion de la fertilité et que l'intégration des noms vernaculaires de sols et ceux scientifiques peut aider à rendre les recommandations de la gestion de la fertilité des sols plus claire, plus accessible et plus rationnaire. Cela étant, cette étude est non seulement un essai traditionnel en pot mais bien au-delà un exemple pratique de comment les savoirs paysans et scientifiques peuvent être intégrés pour résoudre des problèmes pratiques ayant trait avec la gestion de terres conformément aux recommandations de WinklerPrins (1999).

¹Pascal N. Rushemuka. Pédologue Agro-environnemental Principal à la Rwanda Agriculture Board (RAB) Box. 5016. Kigali, Rwanda.

Courriel: rushem2014@gmail.com; rushem2005@yahoo.fr
Téléphone +250783471871.

²Laurent Bock. Professeur de Pédologie à l'Université de Liège (ULg) Gembloux Agro-Bio Tech/Belgium. Box: 5030 Gembloux (Belgique).

Courriel: laurent.bock@ulg.ac.be.
Tel: +32081622542/ +32081622538

2. Matériels et méthodes

2.1. Échantillonnage du sol

Un échantillonnage composite du sol a été effectué en tenant compte des unités paysagiques, des unités cartographiques de la CPR (Birasa et al., 1990) et de la nomenclature paysanne des sols. Quatre types de sols au niveau de paysans ont été considérés dans quatre unités paysagiques le long de la pente (Tableau 1). Les échantillons de sols ont été prélevés à 25 cm de profondeur à l'aide d'une tarière. Chaque échantillon composite était un mélange de 10 échantillons prélevés dans 10 champs de 0,5 ha (en moyenne) pour chaque type de sol sous le même système d'utilisation des terres. L'analyse en laboratoire des échantillons composite de sols qui impliquait différentes propriétés du sol (texture, pH du sol (eau et KCl), carbone organique total, azote total et bases échangeables) a été effectuée au laboratoire du Centre provincial de l'agriculture et de la ruralité en Belgique. Les résultats de l'analyse sont présentés au Tableau 2.

Tableau 1. Type de sol en fonction des savoirs des agriculteurs et des scientifiques sur les sols par rapport aux unités de terre

Numéro du sol	Unité paysagique	Description des sols		
		Types de sols (nomenclature vernaculaire)	Connotation	Types de sols (nomenclature scientifique: classification américaine/Soil Taxonomy 1975)
Sol 1	Interfluves	Urusenyi	Sols caillouteux	Loamy-skeletal, mixed, non-acid, isothermic lithic Troportents ,
Sol 2	Plateau	Inombe	Sols collants	Clayey, kaolinitic, isother mic, humoxic Sombrihumult
Sol 3	Versant	Umuyugu	Sols friables	Clayey, kaolinitic isothermic Sombrihumox
Sol 4	Vallée	N.mugengeri	Sols organique	Euic, isohyperthermic typic Troposaprits

Tableau 2. Texture et propriétés chimiques d'un horizon

Soil No	Gr	Cl	Si	Sa	pH Wa	pH KCl	Δ pH	OC	TN	C/N	Ca	Mg	K	CEC
	(%)							%			Cmol/kg			
1	37	27	17	56	5,7	4,9	0,8	2,3	0,2	11	5,4	0,99	0,3	6,9
2	7	34	16	49	6,0	4,9	1,1	1,4	0,1	9	3,8	1,89	0,1	7,1
3	0	46	13	42	4,5	4,1	0,4	2,6	0,2	12	0,5	0,16	0,1	3,7
4	3	32	26	43	4,3	4	0,3	10	0,2	15	0,5	0,08	0,1	3,8

Gr = gravier; Si = Vase; Sa = Sable; Wa = Eau; Δ pH = pH (eau) - pH (KCl) OC = Carbone organique total ; TN = Azote total ; CEC = Capacité d'échange de cation

2.2. Correspondance des types de sols et des intrants appropriés

Un essai en pot a été effectué de mai 2011 à août 2011 pour démontrer la nécessité d'adapter la gestion de la fertilité du sol aux types spécifiques de sols. L'essai a été effectuée sur la colline Mamba dans la serre de la faculté des Sciences Agronomiques de l'Université Nationale du Rwanda (NUR). La plante d'essai était le Sorgho *bicolor* (L.) Moench, variété IS 21219 d'ICRISAT.

■ Dispositif expérimental et traitements

L'essai était un dispositif factoriel complètement randomisé (RCBD) reproduit trois fois. Deux facteurs ont été considérés : le type de sol (S) avec quatre niveaux et le type d'engrais (F) comprenant huit traitements, ce qui donne un total de 96 pots. Des traitements différents ont été définis pour tester différentes hypothèses.

- F1. Contrôle ou intrant zéro : le traitement de référence ; pour tester le potentiel de fertilité naturelle du type de sol.
- F2. Chaux/travertin ; pour tester le besoin de chaux dans les sols acides du Rwanda
- F3. Fumier de ferme (FYM) : pour tester la réponse au FYM ; pratique courante de fermiers en matière de gestion de la fertilité des sols.
- F4. NPK : pour tester la réponse aux fertilisants inorganiques comme nouveaux intrants largement promus.

- F5. Chaux + FYM : pour évaluer l'opportunité d'introduire la chaux dans les fermes où le fumier a donné des résultats insuffisants
- F6. Chaux/travertin+ NPK: pour évaluer l'effet de la production de chaux là où les engrais ont produit des résultats insuffisants
- F7. NPK + FYM: pour tester l'interaction entre le FYM et l'engrais comme solution durable
- F8. Chaux + FYM + NPK : pour tester l'interaction entre la chaux, le FYM et l'engrais pour les sols extrêmement acides et lixiviés.

■ *Application des intrants et mise en place de l'essai*

Des double pots en polyéthylène de 4 cm de profondeur et 16 cm de largeur ont été utilisés pour contenir les sols et l'eau de drainage. Chaque substrat de sol a été mis dans un pot supposé dans un autre. Dans le fond du pot intérieur contenant le substrat de sol, quatre petits trous ont été faits pour permettre l'écoulement du surplus d'eau. Le rôle du pot extérieur était de collecter l'eau s'écoulant du sol afin de le reverser dans le sol contenu du pot intérieur afin d'éviter la perte des nutriments. Dans chaque pot, le sol a été mélangé de manière homogène avec des modifications en fonction des traitements. Les taux d'intrants suivants ont été utilisés:

- 1 kg de sol/pot
- 0,15 g de NPK par pot : équivalent de (51 kg de N, 51 kg de K₂O, 51 kg de P₂O₅)/ha ou 300 kg de NPK 17-17-17 ha⁻¹ (la recommandation générale utilisée pour le sorgho au Rwanda)
- 5 g de FYM par pot (équivalent de 10 t/ha, la recommandation générale dans la zone)
- 4,2 g par pot de chaux (travertin Mashuza : 40% de CaO) : équivalent de 8 t/ha de travertin.

La dose d'intrant par kg a été calculée suivant l'hypothèse de 2 000 000 kg de sol/ha sur une base d'une profondeur de sol de 15 cm et une densité du sol de 1,3 (Brady et Weil, 2002).

Dix semences ont été plantées par pot. Après la germination, celles-ci ont été réduites à sept par pot. Les pots dans chaque bloc ont été alternés chaque jour pour assurer une répartition égale de la lumière et éviter des résultats biaisés.

■ *Gestion de l'essai et enregistrement des données*

L'arrosage des pots a été effectué régulièrement tous les deux jours. Les taux d'eau ont été calculés considérant la capacité de rétention d'eau du sol déterminée plus tôt. Chaque jour d'arrosage, l'eau de drainage recueillie dans le pot extérieur a été recyclée dans le sol. Les rendements de la biomasse de sorgho ont été récoltés trois fois à des intervalles de 28 jours après la plantation. Le poids humide des plantes (g) a été enregistré et les moyennes des trois récoltes/coupes ont été calculées.

■ *Analyse des données*

L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel GenStat (12^{ème} édition). Les différences entre les divers traitements ont été testées au moyen de l'Analyse de la Variance à deux facteurs (ANOVA2) dans un dispositif de bloc aléatoire complet, avec les différences de moyennes les moins notables à un niveau de probabilité de 5%. L'écart moyen du rendement a été effectué à l'aide du test de Duncan.

3. Résultats et discussion

Nos résultats ont montré des différences significatives entre les types de sols et les traitements et l'absence d'interaction entre les types de sols et les traitements ($p < 0,001$) (Fig. 1).

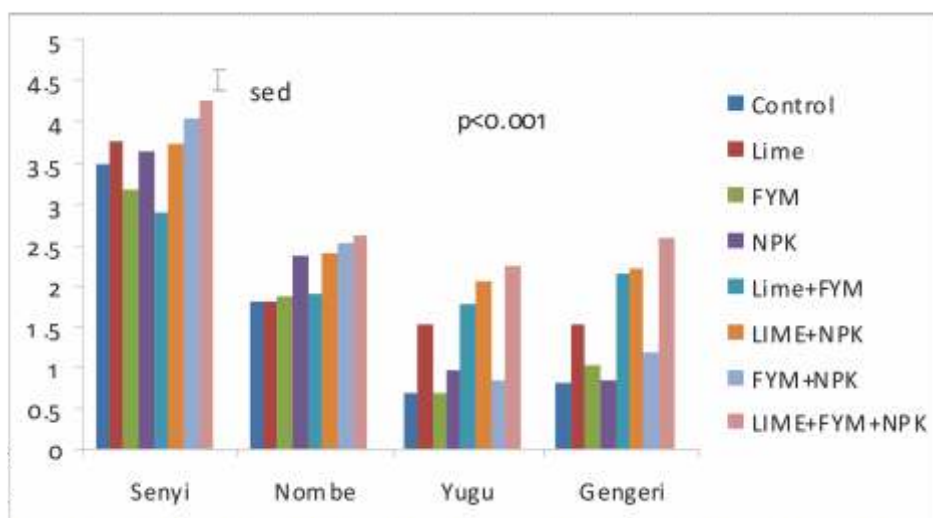


Figure 1. Les rendements moyens de la biomasse du sorgho sont exprimés en grammes par pot d'1 kg de sol (g/pot) de trois récoltes/coupes : réponse des cultures au type de sol et traitement de recharge de la fertilité du sol. Dans cette figure, Senyi = Urusenyi; Nombe = Inombe; Yugu = Umuyugu; Gengeri = Nyiramugengeri. Sed = écart-type.

La séparation des moyennes a montré que les différents types de sol peuvent être regroupés en trois catégories de fertilité (Tableau 3). Dans ce tableau, il est montré qu'*Urusenyi* est le plus productif et qu'*Inombe* est le second, tandis qu'*Umuyugu* et *Nyiramugengeri* sont les moins productifs. Cela s'explique par leurs propriétés chimiques respectives telles que le pH, le Ca et le Mg (Tableau 2). Cela est compatible avec les perceptions des agriculteurs (Rushemuka *et al.*, 2014a). L'implication est que les agriculteurs savent qu'ils ont besoin de différentes stratégies de gestion de la fertilité et qu'ils connaissent les différences entre leur sols. Toutefois, comprendre les différents types de sol et prendre en compte leur répartition spatiale durant la mise en œuvre des stratégies de gestion de la fertilité des sols est un grand défi pour les décideurs, les chercheurs et les vulgarisateurs du domaine des sciences agronomiques (ex. gestion de la fertilité des sols et sélection végétale) surtout en raison des liens faibles entre la pédologie (carte des sols) et les disciplines agronomiques (Steiner, 1998, Rushemuka *et al.*, 2014b). Il y a aussi le manque de compréhension et d'appréciation du savoir indigène précieux des agriculteurs locaux. En conséquence, les décideurs des domaines des politiques et de la pratique n'utilisent pas suffisamment le savoir produit par les recherches et le savoir paysan disponible, et généralement, les chercheurs produisent insuffisamment des connaissances qui sont directement utilisables (Wiechselgartner et Kasperson, 2010). Cela pourrait signifier que le fossé de communication entre les pédologues et les agronomes d'un côté, et entre les chercheurs et les vulgarisateurs et les agriculteurs de l'autre, doit être comblé (Rushemuka *et al.*, 2014a).

Tableau 3. Séparation de moyennes du rendement des différents types de sols

Type de sol	Rendement moyen de la biomasse de sorgho [grammes par pot d'1 kg de sol (g/pot)]
<i>Urusenyi</i>	4.10a
<i>Inombe</i>	2.49b
<i>Umuyugu</i>	1.76c
<i>Nyiramugengeri</i>	1.97c
Prob	<.001
SED	0.078

Le test statistique a également montré que les différents traitements ont produit des effets sensiblement différents dans chaque type de sol (Tableau 4). Pour *Urusenyi*, le Contrôle a un bon rendement de biomasse dans la même catégorie d'écart moyen avec plusieurs traitements proposés (Tableau 4). Cela est compatible avec les bonnes propriétés de ce sol (Tableau 2). Il est toutefois étonnant de noter le fait que les traitements au FYM (F3) et FYM + NPK (F6) ont produit un rendement de biomasse plus faible par rapport au contrôle (F1) et à la chaux uniquement (F2). La différence entre le Contrôle et le FYM est même significative. Cela pourrait s'expliquer par un facteur externe : en fait, après la première récolte/coupe où ces traitements (F3) et (F6) ont eu des rendements de biomasse supérieurs au contrôle (données non mentionnées), une population fongique (probablement due à la minéralisation du FYM) a été observée dans ces traitements qui ont réduit le rendement après le première récolte/coupe. La chaux (F2), le NPK (F4) et la chaux + NPK (F6) ont donné des résultats identiques, légèrement supérieurs au contrôle, mais ces augmentations ne sont pas significatives du point de vue statistique (Tableau 4). Tous les trois sont sensiblement supérieurs à la Chaux + FYM (F5). Il est intéressant de noter que tandis que le FYM (F3) et en particulier la chaux + FYM (F5) ont donné des résultats négatifs, en contraste, lorsque le FYM a été appliqué avec le NPK (c'est-à-dire le FYM + NPK 5 (F7) et la chaux + FYM + NPK (F8), le FYM a en fait quelque peu stimulé la réaction positive du NPK. Dans cette combinaison, il est attendu que le FYM ait augmenté le CEC du sol, améliorant ainsi l'efficacité de l'utilisation du fertilisant dans ces sols à faible CEC (Tableau 2). Les niveaux de pH, Ca et Mg du sol étaient déjà bons (Tableau 2).

Pour *Inombe*, ni les traitements à la chaux ou au FYM : Chaux (F2), FYM (F3) et Chaux + FYM (F5) n'ont donné de réponse négative ou positive. Cela est normal parce que le pH et la teneur en carbone du sol ne pouvaient pas suggérer de grande réponse de ces intrants (Tableau 2). Par contre, tous les traitements incluant le NPK seul ou en combinaison avec la chaux et/ou le FYM (F4, F6, F7, F8) ont produit des augmentations nettes du rendement qui sont sensiblement supérieures aux traitements n'incluant pas le NPK (Tableau 4). Cela pourrait s'expliquer par la faible saturation du complexe de ce type de sol. Les résultats du F7 suggèrent que le type de sol d'*Inombe* requiert la combinaison de fumier + engrais pour sa production optimale. Dans cette combinaison, le FYM est supposé accroître le CEC tandis que les engrais sont supposés saturer le complexe du sol. Les résultats de cet essai sur ce type de sol sont en harmonie avec Rutunga et Neel (2006) qui ont observé que la chaux est nécessaire dans les sols dont le pH est inférieur à 5,5.

Pour le sol extrêmement acide (pH<5) et lixivié d'*Umuyugu* (Tableau 2), seuls les traitements incluant la chaux (Chaux (F2), Chaux + FYM (F5), Chaux + NPK (F6) et Chaux + FYM + NPK (F8)) ont donné des réponses positives sûres qui sont significativement supérieures au contrôle (F1) et à tous les traitements sans chaux : FYM (F3), NPK (F4) et FYM (F3), NPK (F4) et FYM + NPK (F7) (Tableau 4). Dans l'ensemble, les traitements sans chaux n'ont produit aucune réponse, positive ou négative. La même situation a été observée par Rutunga et Neel (2006). La réponse avec la chaux uniquement (F2) était plus faible que quand le FYM et/ou le NPK étaient appliqués ensemble avec la chaux. Les différences entre la chaux + FYM (F5) et la chaux (F2),

et la chaux + NPK (F6) n'étaient pas significatives (Tableau 4) mais la différence entre la chaux + FYM + NPK (F8) et la chaux (F2) était hautement significatives. Ces résultats indiquent clairement l'importance du chaulage, mais que la chaux uniquement ne produit pas de bons rendements et doit être accompagnée de fumure et de fertilisation. La recommandation pour ce type de sol est la combinaison Chaux + FYM + Fertilisant. Dans cette combinaison, la chaux est sensée avoir augmenté le pH du sol à au moins 5,5 pour fournir le Ca et le Mg comme éléments fertilisants, et avoir amélioré l'efficacité de l'utilisation du P (Rutunga et Neel, 2006). Les engrais sont sensés avoir fourni les nutriments N P K tandis que le FYM est sensé avoir accru l'efficacité d'utilisation des nutriments en augmentant le CEC du sol et en fournissant les nutriments additionnels. D'un autre côté, l'application des engrais ou du fumier à ce sol ne produit absolument aucune réponse sans le chaulage. La même situation a été signalée par Rutunga et Neel (2006).

Pour le sol Nyiramugengeri (Tableau 2) extrêmement acide et lixivié, les traitements où la chaux n'a pas été incluse ont également produit des réponses faibles comme il fallait s'y attendre après l'expérience du sol d'Umuyugu. La réponse de la chaux uniquement (F2) était presque identique à celle du sol d'Umuyugu. Dans ce sol, il y avait une grande différence, notamment la bonne réponse reçue avec le FYM quand il a été appliqué avec la chaux (F5), aussi bonne que pour la chaux + NPK (F6). Lorsque le FYM a été appliqué ensemble avec la chaux et le NPK (F8), il a aussi accru la réponse nettement au dessus du niveau où uniquement la chaux et le NPK (F6) ont été appliqués. Il s'agit donc d'un sol pour lequel il a été très bénéfique d'appliquer le FYM ensemble avec la chaux et le NPK pour les mêmes raisons spécifiées pour le sol d'Umuyugu.

Tableau 4. Séparation des moyennes du rendement de la biomasse pour les différents traitements dans les divers types de sols

Rendement moyen de la biomasse de sorgho [exprimé en grammes par pot d ¹ kg de sol (g/pot)]				
Traitement	S1	S2	S3	S4
F1	3.48abc	1.80a	0.687a	0.821a
F2	3.74abc	1.80a	1.547b	1.369c
F3	3.17ab	1.88a	0.691a	0.903ab
F4	3.65abc	1.898b	0.991a	0.839a
F5	2.88a	2.382a	1.764bc	2.152d
F6	3.72abc	2.406b	2.060bc	2.204d
F7	4.03bc	2.519b	0.834a	1.196bc
F8	4.25c	2.627b	2.222c	2.579e
Prob	0.063	0.002	<.001	<.001
SED	0.389	0.1992	0.249	0.1456

Dans l'ensemble, les résultats sont compatibles avec les études précédentes entreprises au niveau du terrain (Rutunga, 1991) qui ont montré qu'au Rwanda, certains sols (pH > 5,5) peuvent encore produire de bons rendements agricoles avec l'application du fumier. D'autres sols (pH = 5,2-5,5) ont besoin d'une combinaison d'engrais + fumier tandis que d'autres sols (pH < 5,2) ont besoin de la combinaison Chaux+fumier+engrais. Ces résultats sont également compatibles avec Steiner (1998) qui a observé l'existence d'un gradient de fertilité le long de la pente; avec les sols de haut de versants donnant plus de récoltes que les sols de de versants. L'implication pratique est que nous devons comprendre les différents types de sols en termes de leur noms (scientifique et locale) et leur distribution spatiale à l'échelle du bassin versant afin d'être intéressants pour nos partenaires, et efficaces par rapport à l'utilisation d'intrants limités de gestion de la fertilité du sol et pour gérer durablement notre environnement.

4. Conclusion et recommandations

Cette étude a montré que les quatre types de sol testés pour leur réponse à la chaux, au fumier et aux engrais et leurs différentes combinaisons sont statistiquement différents et ont été regroupés en trois catégories de gestion de la fertilité. L'*Urusenyi* était le plus productif et l'*Inombe* occupait la seconde position tandis que l'*Umuyugu* et le *Nyiramugengeri* étaient dans la dernière catégorie. Les résultats ont montré également que les traitements proposés étaient statistiquement différents dans chaque type de sol. Il a été observé que l'*Urusenyi* peut encore produire de bons rendements agricoles à l'aide du FYM. Pour une production optimale, l'*Inombe* requiert la combinaison de FYM et d'engrais. L'*Umuyugu* et le *Nyiramugengeri* requièrent la combinaison de la chaux + FYM + engrais. Dans l'ensemble, cette expérience a confirmé la nécessité d'adapter les intrants de gestion de la fertilité du sol aux types de sols spécifiques.

En raison de l'importance du système des savoirs paysans sur les sols démontrée ci-dessus, les implications pratiques pour le Rwanda sont les suivantes : ces savoirs doivent être (1) décrits, formalisés et mis en corrélation avec le système de savoirs scientifiques au moins au niveau des bassins versants représentatifs de chaque ZAE; (2) être enseignés à l'Université comme module du cours de pédologie ; (3) reconnus et adoptés comme Système national de classification des sols tandis que la Soil Taxonomy ; le langage de la CPR, pourrait jouer le rôle d'un des systèmes de corrélation pour les communications scientifiques ; (4) utilisés pour mettre sur pied des plans stratégiques et pour communiquer les messages de vulgarisation. Cela serait particulièrement aisé au Rwanda puisque tout le pays parle une seule langue nationale, le Kinyarwanda.

Références

- Barrera-Bassols N., Zinck J.A., Van Ranst E. (2006). Local soil classification and comparison of indigenous and technical soil maps in Mesoamerican community using spatial analysis. *Geoderma* 135, p. 140-162.
- Barrera-Bassols, N., Zinck, J. A. (2003). Ethnopedology: a worldwide view on the soil knowledge of local people. *Geoderma* 111, 171-195.
- Barrios E., Coutinho H.L.C., Medeiros C.A.B. (2011). Participatory Knowledge Integration on Indicators of Soil Quality - Methodological Guide. Nairobi, Kenya: World Agroforestry Centre (ICRAF), Embrapa, CIAT.
- Birasa EC., Bizimana I., Boucaert W., Deflandre A., Chapelle J., Gallez A., Maeschalck G., Vercruyssen J. (1990). Carte Pédologique du Rwanda. MINAGRI, Kigali.
- Brady NC., Weil RR. (2002). The nature and properties of soils; 13th edition. New Jersey, USA. Printice Hall.
- Delepierre, G., 1974. Les régions agricoles du Rwanda. Note technique n°13. ISAR. Butare, Rwanda.
- Habarurema E., Steiner KG. (1997). Soil suitability classification by farmers in southern Rwanda. *Geoderma* 75, 75-87.
- Rushemuka N. P., Bock L., Mowo J. G., 2014a. Soil science and agricultural development in Rwanda: the state of the art. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 18 (1), 142-154.
- Rushemuka N. P., Bizimana J., Mbonigaba M. J., Bock L., (2014b). Bridging the soil map of Rwanda with the farmer's 'mental soil map' for an effective integrated and participatory watershed Management research model. In: Vanlauwe, B.; van Asten, P.; Blomme, G. (Eds.), (2014). Challenges and opportunities for agricultural intensification of the humid highland systems of sub Saharan Africa. Conference book, ISBN 978-3-319-07661-4. Springer.
- Rushemuka N. P., Bizoza R. A. Mowo J. G., Bock L., (2014c). Farmers' soil Knowledge for Effective Participatory Integrated Watershed Management in Rwanda: towards soil-specific fertility management and farmers' judgmental fertilizer use. *Agric. Ecosyst. and Environ.* 183, 145-159.
- Rutunga V., Neel H. (2006). Yield trends in the long-term crop rotation with organic and inorganic fertilizers on Alisols in Mata (Rwanda). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 10 (3), 217-228.
- Rutunga V., (1991). Essai de synthèse des connaissances acquises sur la fertilisation des cultures au Rwanda (± 1960-1990). Minagri. Kigali/Rwanda.
- Sanchez, P.A.; Shepherd, D., Soule, M.J., Place, F.M., Buresh, R.J., Iza, A.N., Mokunye, A.U, Kwesiga, F.R, Ndiritu, C.G, Woomer, P.L. (1998). Soil fertility replenishment in Africa: An investment in Natural Resource Capital. In. *Replenishing soil fertility in Africa*". SSSA Special publication number 51. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science society of America, American Society of Agronomy, 1-46.
- Steiner, K.G., 1998. Using farmers' knowledge of soils in making research results more relevant to field practice: Experience from Rwanda. *Agric. Ecosyst. and Environ.* 69, 191-200.
- Weichselgartner J., Kaspersen R. (2010). Barrier in the science-policy-practice interface: Toward knowledge-action-system in global environmental change research. *Glob. Environ. Change* 20, 266-277.
- WinklerPrins, A. M.G. (1999). Insights and Applications Local Soil Knowledge: a Tool for Sustainable Land Management, *Society Et Natural Resources*, 12:2, 151-161

Lessols vivants d'Afrique

*Lamourdia Thiombiano*¹

A l'occasion de l'Année Internationale des Sols 2015, il importe de porter un nouveau regard sur l'évolution des connaissances sur les sols en Afrique et les principales caractéristiques de leur développement. La célébration de l'Année des Sols à travers cette publication spéciale nécessite que l'on prise les sols en tant que ressources naturelles avec une plus grande attention. Les sols sont des organismes vivants, et leurs rôles dans les écosystèmes et dans les sociétés humaines sont indispensables à la vie dans la mesure où ils fournissent des nutriments et un ancrage à des milliers de millions de plantes vivantes, aux animaux et aux êtres humains sur terre. Les sols revêtent de nombreuses autres utilités allant de la fourniture des matériaux de construction au support ferme de nos routes. L'argile, qui est une matière à grains fins du sol, a des propriétés thérapeutiques énormes, qui font d'elle une arme puissante contre un grand nombre de maladies humaines et animales. Elle est également utilisée à des fins cosmétologiques. A cet égard, le slogan de l'Organisation des Nations Unies pour l'Année internationale des sols 2015 «Des sols sains pour une vie saine» convient tout à fait.

Les sols et les terres font partie des caractéristiques et des concepts culturels propres à l'Afrique; ils font partie intégrante des caractéristiques, des richesses et des symboles de pouvoir des communautés. Depuis des siècles, la terre attire beaucoup d'attention, objet de conquêtes, considérés comme source de richesse et / ou de paix et de sécurité. La capacité d'une famille et d'une communauté à se nourrir et celle d'un village ou d'un royaume à asseoir et à renforcer sa gloire et son pouvoir dépend de l'étendue des terres qu'elle possède et de la fertilité des sols de ces dernières. L'immensité de terres agricoles fertiles, l'étendue de zones humides et de fleuves poissonneux, l'immensité de forêts riches et diversifiées regorgeant de bois et de ressources animales, ainsi que les vastes terres de pâturage ont contribué à façonner la culture et le mode de vie de personnes et de communautés données. Dans certaines cultures sahélo-soudaniennes, faire du feu était dans le passé, le premier acte de souveraineté; c'était l'étendue de la terre brûlée qui déterminait l'étendue du territoire initial sur lequel l'auteur du feu devait étendre sa souveraineté.

Incrustée dans le patrimoine culturel, la connaissance des sols, qui est transmise de génération en génération, était utilisée par les collectivités pour déterminer les propriétés productives des terres ciblées pour une conquête ou une habitation. Les contacts séculaires des communautés avec l'environnement leur ont donné la possibilité de connaître le degré de productivité et la vocation des sols sur la base de sa couleur, son emplacement dans le paysage, la nature du matériel parental, sa texture ainsi que d'autres caractéristiques (Thiombiano, 1995).

Les sols et les terres étaient considérés comme sacrés en

raison de leur importance clé pour les communautés, étant donné qu'ils sont la source des ressources alimentaires, forestières et hydriques, et fournissent un support pour l'agriculture, la chasse et la pêche, les matériaux pour la construction des maisons et des huttes, la confection de poteries pour la cuisine et le stockage des récoltes, et en fin de compte accueillent les êtres humains après leur vie sur terre. Tout au long de l'histoire, la manière dont les sols doivent être gérés a reçu une grande attention en vue de pouvoir les conserver au profit des êtres humains, de la gloire d'une communauté ou d'un royaume. Les valeurs spirituelles ainsi que des traditions et des technologies ont vu le jour pour faire en sorte que les sols soient utilisés de façon judicieuse et que les ressources alimentaires soient exploitées d'une manière durable. Dans un nombre de communautés, des tabous ont été instaurés pour protéger les sols et garantir le maintien de leur bon état.

Pendant la période coloniale, d'autres types d'approches et de méthodes de caractérisation et de classification et de gestion des sols, des terres et de l'eau ont été introduits à travers des systèmes de connaissances dites modernes. Par exemple, dans les années 1950, l'actuelle République Démocratique du Congo (RDC) a accueilli l'un des congrès mondiaux sur les sols, le seul qui ait eu lieu en Afrique à ce jour. Des pédologues venus du monde entier ont participé à ce grand événement au cours duquel la découverte des Ferralsols et Luvisols/ Lixisols, de la forêt équatoriale dense, faisait partie des découvertes impressionnantes pour un certain nombre de spécialistes des sols (ISSS, 1954).

Plus tard, dans les années 1960, les Classifications Française et Belge, ainsi que la Taxonomie Américaine des sols ont été progressivement adoptées à travers le continent, en fonction des passés coloniaux et/ou de l'Université qui a formé les premiers spécialistes nationaux en la matière. C'est ainsi que les sols qui ont commencé à faire l'objet de curiosité scientifique et de classification internationale, étaient devenus fournisseurs de matières premières à des fins alimentaires et industrielles sur le continent et au-delà. Le côté spirituel des terres et des sols et les tabous qui assuraient leur protection effective, étaient contestés dans l'esprit des nouvelles générations d'agronomes africains et des utilisateurs des terres qui voulaient que la production intensive soit prédominante. L'utilisation d'intrants chimiques avait augmenté. De vastes surfaces ont été déboisées et ont été utilisées pour la production agricole afin de nourrir les populations et pour l'exportation. De vastes zones ont également servi pour la culture des produits de rente et la protection de la faune sauvage.

¹Lamourdia Thiombiano PhD, Pédologue.
Coordinateur sous-régional de la FAO pour l'Afrique du Nord ;
Représentant de la FAO en Tunisie
43 Rue Kheireddine Pacha, Belvédère Tunis.
Adresse postale: P. O. BOX 300, 1082 Cité Mahrajène, Tunis, Tunisie.
Téléphone: +216-71-906553; +216 71 903 396
Télécopie: +216-71-901859
Courriel: Lamourdia.Thiombiano@fao.org
Site web: <http://www.fao.org/neareast/>

L'accroissement démographique et l'utilisation diversifiée et parfois conflictuelle des sols ont commencé à avoir un impact négatif grandissant sur les sols. Dans cette époque moderne, les êtres humains ont eu tendance à oublier que les sols étaient des organismes vivants et qu'ils peuvent respirer grâce à des milliers de micro-organismes et la faune qu'ils abritent. Les techniques modernes d'agriculture et d'exploitation forestière ont fait disparaître les méthodes traditionnelles d'agriculture durable : la sagesse du passé en matière d'exploitation des sols en fonction des besoins justifiés de la génération présente et de ceux des générations futures devenait une denrée rare. Les technologies autochtones durables ont été progressivement repoussées.

Dans les années soixante-dix, la désertification était devenue une préoccupation majeure pour le continent africain et dans le monde entier. Ce fut alors le temps de commencer à repenser l'utilisation des sols, de voir comment raviver la sagesse et restaurer la confiance jadis faite aux esprits qui vivaient dans les sols ainsi qu'aux meilleures pratiques du passé. Un nombre croissant de conférences ont été organisées partout dans le monde, en commençant par celle de Nairobi sur la désertification (ONU, 1977). Des programmes de plantations forestières et de reboisement ainsi qu'un certain nombre de technologies et de pratiques améliorées pour lutter contre la désertification ont été introduits par la recherche et appliqués pour une meilleure gestion des sols (Thiombiano et Tourino, 2007). Par la suite, plusieurs Bureaux Nationaux des Sols ont été mis en place et développés pour fournir une meilleure connaissance sur les sols avec le financement des bailleurs de fonds et la contribution des budgets nationaux. Des cartes ont été élaborées avec des échelles différentes sur les types de sols, leur aptitude pour les cultures, les forêts, l'élevage et l'aquaculture. Des plans directeurs pour l'utilisation des terres et des cartes d'aptitude des sols ont été produits et mis à la disposition des décideurs politiques et des gestionnaires des terres en utilisant des méthodes modernes de classification des sols et les informations d'archives historiques.

Avec une diversité croissante des systèmes de classification des sols, il y avait lieu de procéder à la corrélation et à l'harmonisation de la terminologie complexe et des langages divergents utilisés par les spécialistes des sols à travers le monde. Une étape importante était l'élaboration de la Base de Référence Mondiale sur les ressources du sol (WRB) par la communauté internationale de la pédologie. Ainsi, à la fin des années 1990, les Spécialistes du WRB ont eu l'opportunité de mieux connaître certains des sols les plus importants de l'Afrique australe, notamment lors d'une sortie de terrain qui a eu lieu en Afrique du Sud. En outre, les outils WRB ont été dument acceptés et adoptés par le Congrès Mondial sur les sols qui s'est tenu en 1998 à Montpellier en France (IUSS, 1998). L'Afrique a énormément contribué aux tests et à l'amélioration du WRB à travers l'organisation avec succès d'une tournée post-congrès. Plus d'une centaine de participants du congrès de Montpellier ont participé à cette tournée à travers l'Afrique de l'Ouest: partant des sols sableux dunaires de la ville de Dori dans le Sahel du Burkina Faso

jusqu'aux sols marins dunaires d'Abidjan en Côte d'Ivoire. Au cours de cette tournée, un grand nombre de pédologues provenant des six continents ont vécu le lien sacré entre les sols et la vie des êtres humains dans les zones rurales et urbaines. A travers des spectacles culturels, l'interaction directe avec les utilisateurs des terres dans les champs et fermes ainsi que dans les lieux de production de briquettes de latérite taillées pour la construction de maisons traditionnelles, les participants ont reconnu la vitalité des sols et leur importance pour la vie. La « communion » entre les pédologues africains et leurs collègues des autres régions du monde était agréable à voir notamment lorsque tous ensemble, à une profondeur de deux mètres dans les fosses pédologiques, discutaient et décrivaient conjointement des horizons et le fonctionnement du sol, et du potentiel de ces sols pour des utilisations durables. En cette occasion les participants ont par ailleurs souligné l'importance de focaliser l'attention sur la façon dont les connaissances modernes telles que les technologies de l'information peuvent permettre à l'Afrique de tirer le maximum de profit de ses connaissances traditionnelles et même de ses croyances selon lesquelles les sols et la terre sont plus que de simples choses, mais des « êtres vivants ».

La récente publication de l'Atlas des Sols d'Afrique 2013 (Dewitte et al, 2013b;.. Jones et al, 2013a) a été un tournant décisif en matière de collaboration mondiale qui a contribué au partage des connaissances africaines sur les sols. Les types de sols sur le continent, leur répartition selon la couverture sous régionale et leurs diverses utilisations sont illustrés dans cet Atlas destiné aux décideurs politiques, aux pédologues et au grand public. Cet Atlas est en quelque sorte une merveilleuse célébration des sols africains.

La célébration de l'Année Internationale des Sols 2015 et de la Journée Mondiale des Sols qui sera célébrée chaque année le 5 décembre est une immense victoire pour les millions d'utilisateurs des terres et pour chaque être humain. Cela devrait exhorter et inspirer l'humanité à prendre davantage soin des sols et à fournir des données et des informations actualisées et précises aux décideurs politiques et aux utilisateurs des terres. Nous devons renouer avec la sagesse du passé incrustée dans les salutations d'une tribu éthiopienne: « Que votre sol fertile ».

Références

Dewitte, O, Jones A, Spaargaren OC, Breuning-Madsen H, Brossard M, Dampha A, Deckers JA, Gallali T, Hallett SH, Jones RJA, Kilasara M, Le Roux P, Micheli E, Montanarella L, Thiombiano L, van Ranst E, Yemefack M, and Zougmore R , 2013b - Harmonisation of the soil map of Africa at the continental scale. *Geoderma* 211–212 (2013) 138–153 . <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.07.007>

International Society of Soil Science (IUSS), 1954 - Fifth International Congress of Soil Science. Transactions, Proceedings and Report of Excursions. Leopoldville, Congo Belge . Office of Secretary General. Add Goemarre, Imprimeur du Roi. 288 p.

International Union of Soil Science (IUSS), 1998- Resume and Summaries. Proceedings of the World Soil Congress. Montpellier, France. Vol I and II

Jones, A., Breuning-Madsen H, Brossard M, Dampha A, Deckers J, Dewitte O, Gallali T, Hallett S, Jones R, Kilasara M, Le Roux P, Michéli E, Montanarella L, Spaargaren O, Thiombiano L, Van Ranst E, Yemefack M, Zougmore R., (eds.), 2013, Soil Atlas of Africa. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg. 176 p p . <http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/>
<http://acpobservatory.jrc.ec.europa.eu>.

Thiombiano L., 1995 - Système de classification traditionnelle des Sols : Etude des critères et démarche dans les zones

Centre et Est du Burkina Faso. Rev. Agronomie Africaine. AISA, Abidjan. Vol.7, n3: 170-180

Thiombiano L. and Ignacio T., 2007. Status and trends in land degradation in Africa. Environmental Science and Engineering. Chapter 2; In Sivakumar M.V.K., Ndong'ui N. (Eds). Climate change and land degradation; Springer

UN, 1977 - United Nations Conference on Desertification. General Assembly 32nd Session. 107th Plenary meeting. Pp 106-107.

<http://www.un.org/documents/ga/res/32/ares32r172.pdf>

Assurer une sécurité durable des sols en Afrique subsaharienne: quelques défis et options de gestion

Akim O. Osunde¹

Résumé

Le sol est une ressource naturelle importante qui a un impact sur l'existence de l'humanité, affectant directement la qualité de vie et la survie de l'homme. En plus de son rôle dans le maintien de la sécurité alimentaire, le sol joue également un rôle intégral dans les défis mondiaux de la durabilité environnementale que sont la sécurité hydrique, la durabilité énergétique, la stabilité climatique, la biodiversité et la fourniture des services écosystémiques. La promotion et l'amélioration d'un système solide des sols capable de jouer ces rôles de manière adéquate deviennent donc un impératif. Cela soutient le concept de la sécurité des sols. Le défi majeur de la sécurité durable des sols dans plusieurs régions de l'Afrique subsaharienne (ASS) est la dégradation poussée des terres qui se manifeste par la déforestation rapide, l'érosion du sol, l'appauvrissement des nutriments et le déclin de la fertilité du sol. L'une des options de gestion les plus efficaces souvent utilisées pour surveiller ces risques et ainsi engendrer la sécurité durable des sols, en particulier dans les systèmes agricoles à faibles intrants, est l'utilisation des légumineuses fixatrices d'azote (légumineuses NF). Le degré de contribution d'une légumineuse donnée à la sécurité du sol dépend de son type. Tandis que les légumineuses à graines fournissent des semences comestibles riches en azote, leurs résidus servent de paillis et contribuent à la formation de la matière organique dans le sol. Les légumineuses en engrais vert sont cultivées principalement pour être utilisées comme fumure organique et pour la suppression des adventices, tandis que les légumineuses ligneuses fournissent des services multiples qui incluent le paillis, les attaches de tuteurs et l'engrais vert, la lutte contre l'érosion du sol et le recyclage des nutriments. Dans la mesure où ces contributions par les légumineuses NF entraînent la sécurité du sol et ainsi permettent au sol de jouer son rôle en surmontant les défis de la durabilité environnementale mondiale, en particulier son impact sur l'ASS, on peut en déduire que les légumineuses NF offrent un potentiel pour la réalisation d'un continent sécurisé.

Introduction

Les sols constituent une ressource limitée réutilisable tant qu'elle n'est pas dégradée au point où il est pratiquement ou économiquement impossible de la restaurer. Au delà de ce point, les sols deviennent des ressources non renouvelables. Les sols sont essentiels à la vie sur terre et sont une ressource porteuse clé, centrale à la création d'une gamme de biens et services essentiels au bien-être des écosystèmes et des hommes. Ils servent de réservoir pour au moins un quart de la biodiversité mondiale et requièrent donc la même attention

que la biodiversité aérienne. Un sol sain et fertile est essentiel pour la productivité agricole et par conséquent pour la sécurité alimentaire durable. En plus de leur rôle de maintien de la sécurité alimentaire, les sols jouent également des rôles cruciaux dans les défis de la durabilité environnementale mondiale que sont la sécurité de l'eau, la durabilité énergétique, la stabilité climatique, la biodiversité, et la fourniture des services écosystémiques. La promotion et l'amélioration d'un système des sols solide capable de jouer ces rôles convenablement deviennent donc une priorité. Cela met en exergue le concept de la sécurité du sol. Cet article présente le concept de la sécurité du sol et sa corrélation avec les autres défis environnementaux mondiaux déjà reconnus. Il souligne aussi les défis de la sécurité durable des sols en Afrique subsaharienne et discute du rôle des légumineuses fixatrices d'azote dans le maintien de la sécurité du sol. L'article conclut en faisant des recommandations et suggestions.

La sécurité du sol et sa corrélation avec les six défis environnementaux mondiaux

Le terme « Sécurité du sol » est un nouveau concept qui a vu le jour en réponse à une préoccupation internationale émergente sur les défis de plus en plus urgents auxquels est confrontée la ressource en sol. La sécurité du sol fait donc référence au maintien et à l'amélioration des ressources mondiales en sols pour produire les aliments, les fibres et l'eau potable, contribuer à la durabilité de l'énergie et du climat, et maintenir la biodiversité et la protection globale des biens et services écosystémiques (Koch et al., 2012, McBratney et al., 2012). En l'absence d'un sol sécurisé, nous ne pouvons pas être sûrs d'avoir des approvisionnements suffisants d'aliments, de fibres, d'eau potable ou de la diversité du paysage. Un sol non-sécurisé manque de potentiel pour servir de puits dans le cycle du carbone, et ne peut pas fournir une plateforme de base pour la production de sources d'énergie renouvelable (McBratney et al., 2014).

La sécurité du sol et les autres défis environnementaux mondiaux (sécurité alimentaire, sécurité de l'eau, sécurité de l'énergie, atténuation du changement climatique, protection de la biodiversité et fourniture des services écosystémiques) sont fortement interdépendants et interconnectés (Figure 1) puisqu'ils ont tous des caractéristiques similaires et sont abordés sous diverses dimensions avec un focus sur la fourniture de services à l'humanité.

¹ Professeur Akim O. Osunde (FSSN).

Département des Sciences du sol & Gestion des terres, École d'agriculture & Technologie agricole, Université fédérale des technologies, Minna, PMB 65, Minna, État du Niger, Nigéria.
Tél.: (+234) 8035902755 et (+234) 8052509990
Courriel: akimosunde@futminna.edu.ng et akimosunde@yahoo.co.uk



Figure 1. La sécurité du sol contribue considérablement à un nombre de questions environnementales mondiales qui sont toutes interconnectées (Source: McBratney et al., 2012).

Il est important de souligner le caractère central du sol pour l'existence de l'homme, d'examiner sa corrélation avec les six défis environnementaux mondiaux identifiés plus haut et par conséquent l'importance de son exploitation et de sa sécurité durables. Un sol qui fonctionne pleinement est donc central pour résoudre les grands problèmes de la sécurité alimentaire, de la biodiversité, de l'atténuation du changement climatique et de la régulation de l'eau potable. Le concept de la sécurité du sol fournit un modèle utile qui lie le sol aux bons résultats du développement durable comme démontré par la Figure 1. L'objectif clé de la sécurisation du sol est de maintenir et d'optimiser sa fonctionnalité : sa structure et sa forme, ses écosystèmes divers et complexes de biotes du sol, sa capacité de cycle nutritif, ses rôles en tant que substrat pour les plantes en croissance, en tant que régulateur, filtre et réteneur d'eau potable, et en tant que médiateur potentiel du changement climatique à travers la séquestration du dioxyde de carbone atmosphérique (Koch et al., 2013). Le maintien de la myriade d'interactions entre ces processus est ce qui donne au sol sa résilience, sa productivité et son efficacité dans la fourniture des services écosystémiques.

Le défi de la sécurité durable du sol en Afrique subsaharienne

Le défi majeur auquel est confrontée la sécurité durable du sol dans plusieurs régions de l'Afrique subsaharienne (ASS), est la dégradation poussée des terres qui se manifeste par la déforestation rapide, l'érosion du sol, l'appauvrissement des éléments nutritifs et le déclin de la fertilité du sol. La Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (CNULD) définit la dégradation des terres comme étant « une réduction ou une perte de la productivité et de la complexité biologique ou économique des terres

agricoles pluviales, irriguées ou des parcours, pâturages, forêts et terres boisées dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches, résultant d'affectations des terres ou d'un processus ou combinaison de processus, y compris les processus générés par les activités humaines et les modes d'habitation tels que la déforestation, l'érosion du sol et la détérioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques ou économiques du sol » (WMO, 2005). En termes simples, c'est le déclin permanent du taux de production par le sol de services utiles aux moyens d'existence locaux dans un délai raisonnable. L'Afrique subsaharienne a le taux le plus élevé de dégradation des terres puisqu'elle possède des sols fragiles, des densités démographiques localisées, et généralement une forme d'agriculture à faibles intrants (WMO, 2005). Il est estimé que les pertes en productivité des terres agricoles en ASS sont de l'ordre de 0,5-1 pour cent par an (WMO, 2005) suggérant une perte de productivité d'au moins 25 pour cent durant les 50 dernières années. Selon la CNULD, les conséquences de la dégradation des terres incluent la fragilisation de la production alimentaire, la famine, les coûts sociaux accrus, la baisse de la quantité et de la qualité des réserves d'eau potable, la pauvreté accrue et l'instabilité politique, la réduction de la résilience des terres à la variabilité climatique et à la productivité baissante du sol.

En raison des niveaux élevés d'appauvrissement des éléments nutritifs et de la dégradation du sol dans plusieurs petits systèmes d'exploitation en ASS, ainsi que des coûts économiques exorbitants des engrais et des problèmes de disponibilité, le besoin d'explorer d'autres options de gestion des sols devient impératif. Les légumineuses fixatrices d'azote offrent un potentiel considérable pour le maintien de la productivité agricole, le maintien de la productivité des terres marginales et la réduction de l'érosion dans les systèmes agricoles à faibles intrants (Osunde et Bala, 2001).

Le rôle des légumineuses fixatrices d'azote

L'azote est l'élément fertilisant requis en plus grande quantité pour la productivité du sol et la croissance des plantes. À travers le processus naturel de fixation biologique de l'azote (FBA) en symbioses avec les bactéries des nodosités (rhizobiums), les légumineuses fixatrices d'azote peuvent jouer un rôle vital dans la mise en œuvre de moyens rentables, attrayants et écologiques de réduire les intrants externes de N, d'améliorer la qualité des ressources du sol et d'assurer la durabilité de la sécurité du sol.

À travers le monde, il a été signalé que les légumineuses NF fixent plus de 80 millions de tonnes d'azote par an (Giller, 2001). La quantité d'azote fixée varie grandement en fonction de la légumineuse hôte, de l'efficacité du rhizobium, et des conditions du sol et du climat. En plus de leur capacité à fixer l'azote, les légumineuses sont extrêmement importantes pour l'alimentation des humains et des animaux. Dans le monde, elles fournissent environ 33% des protéines humaines. En dehors de leur contribution à la fixation du carbone pour le maintien de la fertilité du sol, d'autres effets bénéfiques

rotationnels des légumineuses à grains azotées pour une culture réussie incluent la réduction de l'incidence des maladies et/ou des infestations de plantes adventices. Les légumineuses à engrais vert NF sont aussi communément utilisées comme cultures de couverture pour protéger le sol contre l'érosion en maintenant une canopée dense au dessus de la surface du sol, et sont donc essentiellement utiles comme cultures de couverture sur les terres en pente abrupte et pour la lutte contre les adventices nuisibles (Giller, 2001). Les arbres et buissons NF fournissent des services multiples à l'agriculteur sous la forme d'avantages agricoles (tuteurs pour plantes, humus, engrais vert, fourrage d'animaux, etc.), d'avantages environnementaux (ombrage, lutte contre l'érosion du sol, recyclage des nutriments) et d'avantages socioéconomiques (fruits, légumes, noix, matériaux de construction, etc.) (Kang et al., 1990).

Recommandations et suggestions finales

En conclusion, j'aimerais faire les recommandations et suggestions suivantes sur les moyens d'atténuer les défis de la dégradation du sol et d'assurer ainsi un sol sécurisé en Afrique subsaharienne.

La résilience de la plupart des sols en ASS est faible par nature, d'où la forte dégradation causée par l'agriculture. L'absence d'un organisme chargé de la supervision de l'utilisation, de la gestion et du traitement des sols et de la coordination des projets et recherches sur les sols dans la plupart des pays africains, a dégénéré en un abus graduel du sol à travers la déforestation aveugle, le brûlage de la brousse, le pâturage, le défrichage, etc. L'on ne devrait pas permettre que cette situation continue.

1. Il est impératif et souhaitable d'établir un Institut national de recherche sur les sols bien organisé dans chacun des pays de l'ASS. Cet institut serait chargé entre autres, de compiler les informations sur les recherches effectuées sur l'aptitude des sols pour différentes cultures, de développer des directives pour la conservation et la gestion des sols dans différentes zones agroécologiques de l'ASS, d'effectuer des recherches de base pour produire des données de référence applicables au niveau paysan. L'établissement de ces instituts contribuera énormément à stopper l'aggravation de cet abus incessant du sol.
2. Les gouvernements à travers les pays de l'ASS doivent faire des efforts conscients pour renforcer les services de vulgarisation afin de diffuser de manière adéquate les informations au niveau des exploitations sur l'aptitude du sol, les stratégies de conservation du sol et d'autres technologies de gestion du sol pour la sécurité du sol et la production alimentaire durables.
3. Les gouvernements dans ces pays doivent s'engager à développer une masse critique

d'agriculteurs instruits, en utilisant les étudiants en agriculture des institutions tertiaires comme points focaux. Il est reconnu que l'agriculteur instruit est à même de comprendre facilement et d'accepter les informations émanant de la recherche et du développement concernant les différentes options technologiques qui pourraient renverser la tendance de la dégradation des terres. Ainsi, des efforts volontaires doivent être consentis pour encourager l'étude de l'agriculture et des sciences du sol en particulier à travers des concessions spéciales telles que des bourses d'études ou des allocations pour les frais scolaires

L'atténuation de la dégradation du sol et le maintien d'un sol sécurisé ne doivent pas pour autant être laissés aux gouvernements uniquement. Chaque habitant à la responsabilité d'assurer la durabilité de notre sol non seulement à travers nos actions mais aussi en contribuant à disséminer les informations aux autres. En harmonie avec ce qui précède, il est suggéré qu'individuellement et collectivement nous assurions que nous :

- Remplaçons ce que nous enlevons du sol;
- Maintenons le sol constamment végétalisé au lieu de le laisser nu;
- Évitions le brûlage de la brousse;
- Plantons au moins deux arbres pour chaque arbre que nous coupons;
- Intégrons les légumineuses NF (grains, fertilisants verts et ligneux) dans les systèmes agricoles existants.

Références

Giller, K.E. (2001). Nitrogen Fixation in Tropical Cropping Systems, 2nd Edition. CABI Publishing, Wallingford, UK, 423 pp.

Kang, B.T., Reynolds, L. and Atta-Krah, A.N. (1990) Alley Farming. *Advances in Agronomy* 43, 315 - 359.

Koch, A., McBratney, A. and Lal, R. (2012) 'Global Soil Week: Put Soil Security on the Global Agenda', *Nature* 492, p. 186.

Koch, A., McBratney, A., Adams, M., Field, D., Hill, R., Crawford, J., Minasny, B., Zimmermann, M. (2013). *Soil Security: Solving the Global Soil Crisis*. Global Policy. University of Durham and John Wiley & Sons, Ltd., New York. pp. 1 - 8.

McBratney, A.B., Minasny, B., Wheeler, I. and Malone, B.P. (2012). Frameworks for digital soil assessment. In: Minasny, B., Malone, B.P., McBratney, A.B. (Eds.), *Digital Soil Assessment and Beyond*. Taylor & Francis Group, London, pp. 9 - 14.

McBratney, A., Field, D.J. and Koch, A. (2014). The Dimensions of Soil Security. *Geoderma* 213, 201 - 213.

Osunde, A.O. and Bala, A. (2001). Biological nitrogen fixation and farming systems in Nigeria: Problems and prospects. *African Journal of Science and Technology* 1, 11-14.

WMO. (2005). *Climate and Land Degradation*. World Meteorological Organization (WMO) No. 989. Geneva, Switzerland.

Priorités de la gestion durable des sols au Nigéria

Victor Okechukwu Chude¹ et Azubuike Chidowe Odunze²

Résumé

La planification et l'exécution d'une gestion rationnelle des ressources naturelles aux niveaux des bassins versants et des paysages sont devenues de plus en plus importantes pour conserver l'intégrité écologique et assurer que les systèmes alimentaires et des fibres sont suffisamment résilients pour absorber les chocs, les stress et éviter la dégradation des ressources en terres et en eaux. La priorisation et la résolution des défis de la désertification, de la dégradation des terres et des changements climatiques au Nigéria, sont critiques pour réaliser la sécurité alimentaire et nutritionnelle, leur adaptation au changement climatique, la protection de la biodiversité, le développement de la résilience du sol aux catastrophes naturelles en vue de bénéficier des nouvelles connaissances scientifiques détaillant l'envergure et l'importance des services écosystémiques et leurs rôles dans le maintien des écosystèmes humains et agricoles. Au Nigéria et à des fins agricoles, la gestion durable des terres combinant les technologies, politiques et activités visant à intégrer les principes socio-économiques aux préoccupations environnementales est encouragée. La priorisation de la gestion durable des sols au Nigéria requiert qu'un Institut national de recherche sur les sols' ayant pour mandat de superviser l'utilisation, la gestion durable des ressources naturelles (sols) non renouvelables du pays et de surveiller les cas de dégradation des terres, au besoin, soit établi pour empêcher la dégradation des terres/sols, qui est monnaie courante au Nigéria et qui continue sans répit en raison de l'absence d'un tel Institut.'. Aussi, les terres agricoles les plus productives sont appauvries rapidement en raison de l'extraction des éléments nutritifs par les cultures, l'érosion du sol et les mauvaises pratiques de gestion des sols. Les approches de gestion intégrée de la santé/qualité des sols doivent être priorisées et adoptées afin d'assurer la productivité agricole durable, la sécurité alimentaire et la conservation environnementale. Une carte pédologique détaillée du Nigéria centrée sur les zones agricoles productives doit être préparée pour faciliter la planification de l'intensification durable de la production agricole et la réalisation de la sécurité alimentaire au niveau national.

Introduction

La planification et l'exécution d'une gestion rationnelle des ressources naturelles aux niveaux des bassins versants et des paysages sont devenues de plus en plus importantes pour conserver l'intégrité écologique et assurer que les systèmes alimentaires et des fibres sont suffisamment résilients pour absorber les chocs et les stress et pour éviter la dégradation des ressources en terres et en eaux (FRP, 2005; BIRD/Banque mondiale, 2006). L'établissement des priorités et la résolution des défis de la désertification, de la dégradation des terres et

des changements climatiques seront essentielles pour réaliser la sécurité alimentaire et nutritionnelle, leur adaptation au changement climatique, la protection de la biodiversité, le développement de la résilience du sol aux catastrophes naturelles en vue de bénéficier des nouvelles connaissances scientifiques détaillant l'envergure et l'importance des services écosystémiques et leurs rôles dans le maintien des écosystèmes humains et agricoles. Par conséquent, les investissements dans les savoirs scientifiques émergents seront nécessaires pour :

- Planifier, établir les priorités et déployer des outils adaptés de gestion des sols pour la productivité intensive et durable des sols;
- Améliorer l'accès aux savoirs et informations existants sur la gestion durable des terres (GDT) et les conséquences de la gestion inappropriée;
- Réhabiliter les terres qui ont été dégradées tant pour les fonctions productives qu'écosystémiques (BIRD/Banque mondiale, 2006).

Dans cette discussion, les priorités de la gestion durable des sols au Nigéria aborderont donc l'acquisition et le déploiement des connaissances suivantes :

1. Nature et potentiels des sols nigériens pour la production agricole durable
2. Besoins et priorités pour la gestion durable des sols.
3. Cadres institutionnels pour la gestion durable des sols.

Discussion

Nature et potentiels des sols nigériens pour la production agricole durable

Les principaux sols du Nigéria selon la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB, 2014) sont : les fluvisols, les régosols, les gleysols, les acrisols, les ferralsols, les alisols, les lixisols, les cambisols, les luvisols, les nitisols, les arénosols et les vertisols qui varient en taux de productivité et en aptitude pour les différentes cultures et leurs limites inhérentes.

¹Spécialiste : Fertilité du sol ; Directeur, Amélioration de la productivité agricole, Programme nationale pour la sécurité alimentaire, Ministère fédéral de l'agriculture, Nigéria

²Spécialiste : Conservation du sol et de l'eau/Gestion de l'utilisation des terres ; Département de la science du sol/IAR, Faculté d'agriculture, Université Ahmadu Bello, Zaria, Nigéria.
Courriel : odunzeac@yahoo.com

Tableau 1: Potentiels de productivité des sols nigériens

Niveau de productivité du sol	Principaux groupes de sols de la WRB	Superficie	
		km ²	% de la superficie totale
Élevé (1)		-	-
Bon (2)	Fluvisols, Gleysols, Régosols	50,4	5,52
Moyen (3)	Lixisols, Cambisols, Luvisols, Nitisols	423,6	46,45
Faible (4)	Acrisols, Ferralols, Alisols, Vertisols	289,2	31,72
Faible (5)	Arénosols	148,8	16,32

La plupart des sols (Tableau 1) au Nigéria sont cultivables durant les saisons pluvieuses en raison de leurs profondeurs adéquates et de leur perméabilité. Toutefois, les fluvisols, les gleysols, les régosols, les luvisols, les lixisols, les cambisols, les nitisols dominent les sols du Nigéria avec une superficie totale de 474 km² ou 51,97% de la surface totale et par conséquent sont des sols plus arables et appartiennent à la catégorie de productivité moyenne et bonne. Le tableau 2 présente de brèves observations sur l'utilisation et la gestion des sols mentionnés au Tableau 1 d'où leurs potentiels agricoles pour le pays.



Petits barrages et digues de rétention d'eau creusés à même le sol pour prévenir la dégradation des sols et conserver l'eau de pluie. Un bon exemple de pratiques efficaces de gestion durable des terres.

Photo courtoisie de: @FAO/Giulio Napolitano

Tableau 2 : Utilisation et gestion des Groupes de sols de la WRB

Groupe de sol de la Base de référence mondiale	Utilisation et gestion
Fluvisols	Ont une bonne fertilité naturelle et des sites d'une productivité agricole désirable sur les levées des fleuves et les parties hautes des paysages marins. La culture du riz paddy est répandue sur les fluvisols tropicaux avec une irrigation satisfaisante.
Gleysols	Lorsque ces sols sont suffisamment drainés, ils peuvent être utilisés pour les cultures arables, l'élevage laitier et l'horticulture. Le chaulage des gleysols drainés à forte teneur en matière organique et/ou faible valeur de pH, améliore le taux de décomposition de la matière organique du sol, l'approvisionnement des plantes en éléments nutritifs, et la qualité du sol.
Régosols	Dans les zones désertiques, les régosols ont une importance agricole minimale. Avec des précipitations de 500-1000 mm/an, ces sols ont besoin d'irrigation pour une production agricole satisfaisante. Leur faible capacité de rétention de l'humidité requiert des applications fréquentes de l'eau d'irrigation mais sont rarement économiques.
Lixisols	Les zones qui sont encore sous une végétation de savane ou de forêt ouverte sont largement utilisées pour le pâturage. Des mesures de lutte contre l'érosion telles que la création de terrasses, le labour en courbe de niveau, le paillage et l'utilisation de cultures de couverture, contribuent à conserver le sol. La faible rétention absolue des éléments nutritifs et des cations fait de l'utilisation récurrente d'engrais un pré-requis pour la culture continue.
Cambisols	Une terre agricole généralement bonne utilisée de manière intensive. Dans les régions tropicales humides, ces sols sont plutôt pauvres en nutriments mais sont tout de même plus riches lorsqu'ils sont associés aux acrisols et ferrasols et ont une plus grande capacité d'échange cationique (CEC). Avec l'influence des plaines alluviales, les cambisols sont hautement productifs.
Luvisols	La plupart des luvisols sont fertiles et appropriés pour une gamme variée d'utilisations agricoles. Les luvisols ont une forte teneur en limon et sont sujets à une détérioration structurelle lorsqu'ils sont labourés humides ou avec des machines lourdes. Les luvisols sur les pentes abruptes requièrent des mesures de lutte contre l'érosion.
Nitrosols	Les nitrosols sont parmi les sols les plus productifs des régions tropicales humides. Ils ont une structure profonde, poreuse, solum et stable pour faciliter l'enracinement profond et rendre les sols plutôt résistants à l'érosion. Ils ont une bonne maniabilité, un drainage interne et de bonnes propriétés de rétention d'eau complétées par de bonnes propriétés chimiques (fertilité). Ils ont une forte teneur en minéraux altérables et les sols superficiels peuvent avoir une forte teneur en matière organique, en particulier sous les forêts ou les cultures arborescentes.
Ferrasols	Ces sols ont généralement de bonnes propriétés physiques telles que la profondeur du sol, une bonne perméabilité et une microstructure stable, moins sujette à l'érosion. Ce sol est friable dans son état humide, facile à travailler et bien drainé mais pourrait être séchant en raison de la faible disponibilité de la capacité de stockage de l'eau. Ce sol a une fertilité chimique faible, des minéraux altérables rares ou absents et une faible capacité de rétention des cations. La fertilisation, le paillage et/ou des périodes de jachère adéquate ou des pratiques agroforestières et la prévention de l'érosion du sol, sont des exigences de gestion importantes.
Acrisols	Des systèmes agricoles pluviaux et irrigués adaptés avec une fertilisation et une gestion prudentes sont requis pour pratiquer l'agriculture sédentaire. La plupart des racines des arbres sont concentrées dans la couche superficielle de l'humus avec seulement quelques racines pivotantes qui s'étendent jusque dans les sous-sols. La rotation des cultures annuelles avec un pâturage amélioré maintient la teneur en matière organique.
Vertisols	De grandes superficies de vertisols dans les régions tropicales semi-arides demeurent inutilisées ou sont utilisées uniquement pour le pâturage extensif, la coupe de bois, le brûlage du charbon, etc. Le sol a un potentiel agricole considérable et doit être bien géré pour une production soutenue. Sa bonne fertilité chimique et son occurrence sur des plaines étendues où la bonification et la culture mécanisée peuvent être envisagées, sont les atouts des vertisols.
Arénosols	Les arénosols ont généralement de gros grains ce qui explique leur grande perméabilité, leur faible capacité de stockage de l'eau et des nutriments. D'un autre côté, les arénosols sont faciles à cultiver, et l'enracinement et la récolte des racines et tubercules sont aisés.
Alisols	Le sol superficiel généralement instable des alisols cultivés les rend vulnérables à l'érosion; les sols tronqués sont plutôt courants. Dans plusieurs alisols, le niveau de toxicité en <i>aluminium</i> à faible profondeur et la pauvreté des sols naturels sont des contraintes supplémentaires. La productivité des alisols dans l'agriculture de subsistance est généralement faible.

Adapté de la Base de référence mondiale (WRB, 2014).

La culture de certains sols est restreinte par leur faible capacité de rétention de l'eau, tandis que d'autres ont une mauvaise perméabilité et une faible pénétration des racines (ex. les arénosols, les ferralsols et les régosols) (Tableau 2). D'autres encore sont fortement lixiviés, entraînant une acidité moyenne ou forte, une capacité d'échange de cation et une saturation en bases modérées ou faibles, et une teneur en matière organique faible ou très faible. Le réapprovisionnement des nutriments du sol et la réhabilitation de la qualité du sol à partir des sources organiques et minérales est un pré-requis pour la culture continue de la plupart des sols au Nigéria, en particulier sous les systèmes de production intensive. La plupart de ces sols sont exposés à l'érosion en raison de leur emplacement dans le paysage, entraînant l'érosion en ravines, une teneur en matière organique relativement basse et une structure fragile. La dégradation du sol et son corollaire de rendements réduits dus à l'extraction des éléments nutritifs, à la qualité/santé appauvrie du sol et aux mauvaises pratiques de conservation du sol et de l'eau sont monnaie courante dans le pays.

Conclusions

La dégradation des sols est répandue au Nigéria et continue sans répit en raison de l'absence d'un Institut national de recherches sur les sols » dont le mandat serait de superviser la gestion durable des ressources naturelles non renouvelables (sols) du pays. Une approche de gestion intégrée de la santé/qualité des sols doit être adoptée dans le cadre de

l'utilisation des sols agricoles afin d'assurer la durabilité de la productivité agricole, la sécurité alimentaire et la conservation de l'environnement. Une carte pédologique détaillée du Nigéria centrée sur les zones au potentiel de productivité agricole doit être compilée pour faciliter la planification de l'intensification durable de la production agricole et la réalisation de la sécurité alimentaire à l'échelle nationale.

Références

Forestry Research Programme (FRP, 2005). "From the Mountain to the tap: How land use and water management can work for the rural poor". Report of a dissemination project funded by the United Kingdom Department for International Development (DFID) for the benefit of developing countries. Forestry Research Programme, NR International Ltd, Hayle, UK; Rowe The Printers.

The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank (IBRD/World Bank, 2006). Sustainable Land Management: Challenges, Opportunities and Trade-offs. Washington DC 20433 P112

World Reference Base for Soil Resources (WRB, 2014). The International Soil Classification System for naming Soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Report 106. Published by Global Soil Partnership, International Union of Soil Science and Food and Agriculture Organization (FAO) of United Nations Rome. P 191

Priorités nationales pour la gestion durable des sols en Gambie

Abdou Rahman Jobe¹

Résumé

La Gambie semble être l'un des pays d'Afrique subsaharienne les plus gravement affectés par la dégradation des terres. Les niveaux actuels de dégradation des terres ont un coût économique important pour le pays. La nécessité d'efforts soutenus pour résoudre ce problème à travers la promotion et la mise à niveau des activités de Gestion durable des sols/terres en Gambie demeure donc cruciale. Dans le but de faire face à cette situation, des projets sur la gestion des terres sont en cours d'exécution ou ont déjà été mis en œuvre avec plus ou moins de succès et des enseignements utiles. La situation peut être améliorée davantage au moyen d'une initiative de mécanismes d'investissement et de financement coordonnés aux échelles nationale et internationale. Des partenariats incluant une gamme variée d'acteurs étatiques et non-étatiques, y compris les secteurs public et privé, les agences bilatérales et multilatérales de développement et les fondations, peuvent jouer un rôle clé dans l'appui apporté à la mise en œuvre de la Gestion durable des sols (GDS) en Gambie. En outre, l'intégration des concepts et principes de GDS dans les politiques/stratégies nationales de développement économique et sectoriel du Gouvernement et d'autres institutions techniques et de développement, pourrait servir de catalyseur pour la réalisation de la gestion durable des sols/terres qui contribuera éventuellement à atteindre les objectifs d'autosuffisance et de sécurité alimentaires dans le pays.

Introduction

Les ressources en terres, y compris les sols, sont des ressources de base de la production agricole pour l'alimentation et les marchés. Leur gestion appropriée est fondamentale à l'amélioration des capacités et du rendement du secteur, en particulier pour réaliser les objectifs macro-économiques prioritaires que sont la réduction de la pauvreté et la croissance économique. « Les ressources en sols de la Gambie sont fragiles et non renouvelables, avec une fertilité relativement faible compte tenu de la situation géo-physique du pays dans la région semi-aride et aride de l'Afrique de l'ouest, avec une écologie sujette à la sécheresse. Les pratiques agricoles actuelles (cultures et élevage) n'ont pas aidé à prévenir l'appauvrissement de la fertilité déjà limitée des ressources en sols, en particulier leur utilisation continue sans couverture du sol, la mauvaise gestion de la fertilité des sols, et la mécanisation peu judicieuse avec des outils actionnés par des tracteurs » (Ministère de l'agriculture – Gambie, Juillet 2009. Politique de l'agriculture et des ressources naturelles 2009-2015).

Le secteur agricole de la Gambie comprend quatre sous-secteurs qui sont : (i) les cultures, (ii) l'élevage et la volaille, (iii) la recherche et le développement, et (v) les prestataires de

services agricoles. L'agriculture est essentiellement de subsistance, elle est pluviale et fait un usage très limité de la mécanisation, des intrants et de l'irrigation. En conséquence, la productivité agricole est faible et le secteur est particulièrement vulnérable à la sécheresse.

La nécessité d'efforts soutenus pour résoudre le problème de la dégradation à travers la promotion et l'amélioration des activités de gestion durable des sols/terres en Gambie, est donc très vitale. Toutefois, il est reconnu que le coût de la mise en œuvre d'activités de GDT sur une grande superficie est exorbitant et ne saurait être facilement pris en charge par une seule institution ou un seul pays. Pourtant, sans ces interventions, les réalisations attendues pour des moyens d'existence améliorés de plusieurs des petits exploitants qui nourrissent la nation, demeureront une illusion et le développement socio-économique du pays ainsi que la santé humaine et environnementale en pâtiront.

Conscient des défis auxquels est confronté le secteur de l'agriculture et des ressources naturelles (ARN), en 1996, le Gouvernement Gambien a préparé la Vision 2020 en vue de transformer le pays en une nation à revenu moyen axée sur l'export d'ici 2010 avec le secteur de l'ARN comme priorité. Une série de politiques, programmes et stratégies ont alors été développés pour améliorer le rendement du secteur de l'ARS. En outre, des projets financés par les bailleurs de fonds internationaux axés sur la gestion durable des sols ont été exécutés ou sont en cours de mise en œuvre.

Utilisation et dégradation des terres

La Gambie couvre une superficie totale d'environ 1,04 millions d'hectares dont 558 000 (ou 54 pour cent) sont arables. Environ 60 100 ménages cultivent 320 000 ha ou 57 pour cent des terres arables. Trente pour cent (96 000 ha) des terres cultivées sont consacrées à la production d'arachide tandis que les céréales secondaires et le riz couvrent respectivement 144 000 ha (45%) et 72 000 ha (23%). (Ministère de l'Agriculture, Gambie. Janvier 2015. Cadre d'Investissement dans la gestion durable des terres de la Gambie 2016-2020).

La raison avancée pour justifier pourquoi seulement 57% des terres arables totales cultivées sont attribuées est que la population agricole traditionnelle vieillit et ne peut plus continuer à cultiver la terre. Les populations jeunes actives n'ont aucun intérêt pour l'agriculture mais plutôt pour les professions non-manuelles dans les zones urbaines ou les voyages à l'Occident en quête des pâturages soi-disant plus verdoyants.

¹Abdou Rahman Jobe, Expert en Gestion des sols et des terres ; Directeur, Unité des Services de gestion des sols et des eaux, Station agricole de Yundum, Département d'Agriculture, Ministère de l'Agriculture, Gambie.

Courriel: armjobe@yahoo.com

Téléphone: 220 990 0212

²National Entrepreneurship Development Initiative

³National Youth Service Scheme

Toutefois, le gouvernement a déjà mis en place des stratégies pour renverser cette tendance bien que l'accent soit davantage sur la productivité par unité de superficie que sur la terre totale cultivée. L'Initiative nationale pour le développement de l'entreprenariat (NEDI²) et le Plan des services nationaux de jeunesse (NYSS³) sont des initiatives introduites par le gouvernement dans le but de motiver et inciter les jeunes à prendre part à l'agriculture. La Gambie semble être l'un des pays d'Afrique subsaharienne les plus gravement affectés par la dégradation des terres. Dans le pays, la dégradation des terres est causée par une variété de processus de dégradation interconnectés tels que la dégradation des sols. « Les ressources en sol de la Gambie ont baissé en productivité en raison de l'érosion de sol, de la réduction des éléments nutritifs et des changements néfastes dans leurs propriétés biologiques, chimiques, physiques et hydrologiques. L'érosion hydrique a particulièrement mené à l'exportation du sol des hautes-terres et leur dépôt dans les basses-terres ». (Ministère de l'Agriculture, Gambie. Janvier 2015. Cadre d'Investissement dans la gestion durable des terres de la Gambie 2016-2020).

Dans le but de résoudre le problème, un nombre de projets sur la gestion des sols/terres tels que le Projet Développement agricole des basses-terres (LADEP) financé par le FIDA/BAD, le Projet du Fonds pour l'environnement mondial (FEM), le Projet pour la Gestion participative et intégrée des bassins versants (PIWAMP), le Projet de développement des terres agricoles nationales et de gestion des eaux de (Nema), et le Projet de Gestion durable des terres (SLMP) sont en cours de mise en œuvre ou ont été mis en œuvre avec plus ou moins de succès et d'enseignements utiles. Ces projets ont démontré la contribution potentielle de l'utilisation et de la gestion améliorées des terres à la réduction de la pauvreté, à l'amélioration des moyens d'existence et au développement du pays ainsi qu'à la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD).

La situation peut être améliorée davantage à travers des efforts coordonnés d'investissement et de mécanismes de financement à l'échelle nationale et internationale. Des partenariats impliquant une gamme variée d'acteurs étatiques et non étatiques y compris les secteurs public et privé, les agences bilatérales et multilatérales de développement et les fondations peuvent jouer un rôle majeur dans l'appui apporté à la mise en œuvre de la GDT en Gambie. La reconnaissance de ce fait par le gouvernement de la Gambie et le fait que le financement requis dépasse son financement de base, justifient la demande d'un financement supplémentaire pour la mise en œuvre.

Les priorités nationales de la Gambie pour la Gestion durable des sols (GDS)

Les priorités nationales de la Gambie pour la réalisation de la gestion durable des sols sont les suivantes :

- Efforts soutenus pour résoudre le problème de la dégradation à travers la promotion et la mise à niveau;
- Développement des capacités pour la GDS à tous les niveaux: Les efforts visant la GDS dans le pays ne

réussiront pas si les capacités n'existent pas sur le terrain pour exécuter les initiatives quelle que soit la pertinence de leur formulation;

- Évaluation des ressources humaines et de l'environnement institutionnel à tous les niveaux (national et décentralisé) en vue de déterminer leur état de préparation à soutenir les interventions de la GDS;
- Développement de systèmes efficaces de production et de gestion des savoirs de la GDS, du Suivi & Évaluation (S&E) et de la diffusion des informations;
- Collecte de données de haute qualité sur les sols pour servir de base pour l'évaluation de l'aptitude des terres, la planification de l'utilisation des terres et la gestion durable des sols. Le fait que la plupart des données disponibles soient dépassées est une contrainte et il est nécessaire d'actualiser l'étude nationale de 1976 sur les ressources en terres;
- Développement de nouvelles politiques sur les ressources naturelles/en sols et le développement; Appui aux réseaux de partage des savoirs et des innovations, ainsi que des expériences au sein de la Gambie et avec d'autres pays subsahariens de l'Afrique. Cela permettra également d'appuyer le réseautage avec d'autres réseaux et programmes régionaux et internationaux de GDS et d'administration des terres;
- Fourniture et acquisition de matériels et équipements modernes adéquats incluant ceux pour les tests sur le terrain et en laboratoire et la production de cartes numériques.

Conclusions

La Gambie est l'un des pays d'Afrique subsaharienne les plus gravement affectés par la dégradation des terres causée par une gamme de processus de dégradation complexes interdépendants. La productivité des ressources en sols a baissé en raison de l'érosion du sol, de la réduction de la teneur en nutriments du sol et des changements néfastes de leurs propriétés biologiques, chimiques, physiques et hydrologiques. L'érosion hydrique a particulièrement entraîné l'exportation de grandes quantités de sols des hautes-terres et leur dépôt dans les basses-terres. Par conséquent, l'intégration des concepts et principes de la GDS dans le développement économique national et les politiques/stratégies sectorielles du gouvernement et d'autres institutions techniques et de développement servirait de catalyseur pour la réalisation de la gestion durable des sols/terres qui contribuera éventuellement à une autosuffisance et sécurité alimentaires véritables dans le pays et sur l'ensemble du continent.

Références

- Ministry of Agriculture, Gambia. January 2015. The Gambia Sustainable Land Management Investment Framework 2016 – 2020. (Unpublished) Pages 21, 28, 29, 30, 40, 58, 69
- Ministry of Agriculture, Gambia. July 2009. Agriculture and Natural Resource Policy 2009-2015. (Unpublished) Page 45

Priorités pour une gestion durable des sols au Ghana

Francis M. Tetteh¹ et Enoch Boateng²

Résumé

Une fertilité médiocre des sols, l'épuisement des éléments nutritifs, l'érosion des sols entraînant la dégradation et la faible utilisation des engrais ont entraîné des rendements agricoles faibles au Ghana. L'entretien, la restauration et l'amélioration de la santé des sols ont été largement identifiés comme éléments clés du renforcement de la croissance agricole et des systèmes agricoles durables. Les réglementations visant à assurer l'approvisionnement et le contrôle de la qualité des engrais contribueront davantage au développement du marché des engrais au Ghana. Des recommandations d'engrais adaptés aux sites et rentables seront requises afin d'améliorer la productivité des sols et des cultures en lieu et place des recommandations d'ordre général actuellement proposées et qui ne prennent pas en compte le type du sol, la culture et les conditions environnementales. L'utilisation des trousseaux mobiles d'analyse des sols est un moyen d'évaluer les champs des agriculteurs pour faire des recommandations rapides de gestion des sols spécifiques au site. Le projet Ghana Soil Information Service (GhaSIS) est conçu pour produire des cartes du sol et d'autres produits à l'intention des agriculteurs afin d'améliorer la productivité des sols et des cultures. L'exploitation minière artisanale est un facteur clé de la dégradation environnementale et des sols au Ghana. Le coût de la dégradation environnementale et son impact négatif sur la santé humaine l'emportent sur tous les autres avantages qu'elle pourrait avoir.

Introduction

L'agriculture au Ghana est confrontée à une baisse du rendement des récoltes due à l'épuisement des éléments nutritifs et à l'érosion qui entraînent la dégradation des sols, l'affaiblissement de leur capacité à maintenir leur fertilité, et leur mauvaise santé. Cette situation se traduit évidemment par les écarts de rendements considérables observés (FAO, 1995).

L'objectif principal de la politique du Gouvernement est d'améliorer et maintenir la productivité du sol et des cultures afin de réduire la faim et la pauvreté et d'améliorer les moyens de subsistance des populations. Pour atteindre cet objectif, les principales activités mises en œuvre sont les suivantes :

1. La formulation de politiques de santé des sols afin de prendre en compte les problèmes qui peuvent engendrer une croissance immédiate et substantielle de la productivité et des moyens de subsistance des petits exploitants à travers :
 - a. La promotion de l'utilisation des engrais ;
 - b. La sensibilisation des parties prenantes sur les réglementations pour l'application de la

loi sur les engrais (contrôle de la qualité des engrais, normes en matière d'entreposage, de transport, de distribution d'engrais, etc.)

2. Le développement et l'apport de recommandations appropriées sur les engrais pour les diverses cultures.
3. La cartographie numérique détaillée des sols ;
4. L'arrêt de la dégradation des sols causée par l'exploitation minière artisanale ou de subsistance.

Discussion

Promotion de l'utilisation des engrais

Il est décevant de constater que le taux d'utilisation des engrais au Ghana est très faible (moins de 12 kg ha⁻¹ (MoFA-CSD, 2012)) tandis que les taux d'épuisement des éléments nutritifs varient d'environ 40 à 60 kg d'azote, de phosphore, de potassium (NPK) ha⁻¹an⁻¹ (FAO, 2005), parmi les plus élevés en Afrique. L'objectif est d'augmenter le taux d'application à au moins 50 kg ha⁻¹, tel que recommandé par le Programme d'investissement à moyen terme du secteur agricole (METASIP) qui est le document de politique du Ministère de l'Alimentation et de l'Agriculture. Le subventionnement des engrais a été introduit en vue d'encourager l'utilisation des engrais et d'améliorer la productivité des petits exploitants. Les agriculteurs ont été exhortés à appliquer les engrais essentiellement sur les principales cultures vivrières (maïs, riz, mil et sorgho).

Application de la réglementation des engrais (contrôle de la qualité, stockage, transport, affirmations trompeuses, poids déficitaires)

La loi sur les engrais a pour but de réglementer et de contrôler la production, l'importation et les transactions commerciales des engrais, et les questions connexes. Cette nouvelle loi pose les fondements du développement du secteur des engrais. L'application effective des réglementations nécessitera également de sensibiliser toutes les parties prenantes, y compris les comités parlementaires agricoles, les forces de l'ordre, les agriculteurs, etc., sur la loi et les réglementations. Le Gouvernement du Ghana a donc besoin d'appui pour exécuter les réglementations à travers la sensibilisation de toutes les parties prenantes, y compris les parlementaires et les forces de l'ordre.

¹Francis M. Tetteh.
Soil Science Society of Ghana, CSIR-Soil Research Institute,
Academy Post Office, Kwadaso - Kumasi. Ghana.
Courriel : fmarthy2002@yahoo.co.uk

²Enoch Boateng.
Soil Science Society of Ghana, CSIR-Soil Research Institute,
Academy Post Office, Kwadaso - Kumasi. Ghana.
Courriel : Enochboateng06@yahoo.com

³Optimiser les recommandations sur les engrais pour l'Afrique

Formuler et faire des recommandations appropriées sur les engrais

L'une des principales limites de l'utilisation des engrais par les agriculteurs au Ghana est l'absence de recommandations appropriées sur l'usage des engrais qui pourraient entraîner des rendements élevés et des bénéfices conséquents pour les agriculteurs. Le projet OFRA (Optimizing Fertilizer Recommendation for Africa) a pour but de contribuer à améliorer l'efficacité et la rentabilité de l'utilisation des engrais au Ghana dans le cadre des pratiques de gestion intégrée de la fertilité des sols (ISFM) dans le cadre des petites exploitations agricoles. Normalement, l'utilisation d'engrais organiques et inorganiques augmente les rendements des cultures, quand ils sont utilisés ensemble, précisément lorsque l'engrais approprié est appliqué, au bon moment, à un taux convenable, au bon endroit et en utilisant la méthode appropriée (Vanlauwe et al., 2011).

Afin d'évaluer l'état de la fertilité des sols et de résoudre le problème des recommandations d'engrais spécifiques au site, le Centre international de développement des engrais (IFDC), en collaboration avec l'Alliance pour une révolution verte en Afrique (AGRA), sensibilisent et encouragent l'utilisation de trousseaux mobiles d'analyse des sols pour améliorer la gestion de la fertilité des sols. Le programme cible les spécialistes de la fertilité des sols, les agents de vulgarisation, les entreprises de fabrication d'engrais, les distributeurs d'intrants et les organisations paysannes comme parties prenantes. L'utilisation de trousseaux d'analyse des sols peut fournir une évaluation rapide de la fertilité des sols et guider l'utilisation des engrais.

Cartographie numérique détaillée des sols (AfsIS, Partenariat mondial sur les sols)

Ghana Soil Information Service (GhaSIS) qui est une ramification d'African Soil Information Service (AfsIS), a pour but de répondre aux besoins des parties prenantes en matière d'informations sur les sols et de contribuer à développer les bases de données des produits et services d'information qui seront très utiles dans la gestion adaptée des sols, des cultures et des paysages. Au nombre des produits et services envisagés : une carte de fertilité du sol, une carte de texture, une carte de l'humidité disponible, une carte du carbone organique du sol, une carte de vocation culturale des sols, une carte d'écart de rendement, etc. Les fonds sont cependant insuffisants pour exécuter pleinement le projet.

Dégradation des terres due à l'exploitation minière artisanale et à petite échelle (ASM)

En 2010, la production artisanale de l'or a augmenté jusqu'à 23% avec plus de 60% de la main-d'œuvre minière ghanéenne dépendant directement de cette activité pour sa subsistance (Hilson, 2001). L'exploitation minière artisanale est une activité qui a des répercussions sur les moyens de subsistance. Divers facteurs tels que la santé humaine, la pollution de l'eau potable, l'érosion accélérée des sols, l'envasement des masses d'eau et la destruction irréversible des terres agricoles l'emportent sur le potentiel de réduction de la pauvreté de l'ASM à moyen et long termes. Le Gouvernement et les exploitants miniers artisanaux doivent mobiliser des fonds pour la réhabilitation et la revégétation des sols dégradés. Il faut environ 100 à 1000 ans pour former 1 cm de sol en fonction de votre emplacement.

Conclusion

La productivité agricole au Ghana reste médiocre en raison de l'utilisation réduite et du coût élevé des engrais, et de la faible adoption des pratiques d'ISFM. Le projet GhaSIS a été conçu pour fournir des informations et des services sur la base de méthodes diagnostiques utilisant la spectroscopie infrarouge et la télédétection pour produire des cartes des sols et d'autres produits et services aisément utilisables par les agriculteurs. Il est nécessaire de promouvoir l'utilisation de trousseaux mobiles d'analyse des sols pour les services de vulgarisation et les agriculteurs. La gestion durable des sols, de l'eau et des ressources forestières est nécessaire pour arrêter ou freiner le rythme actuel de dégradation des sols et de l'environnement au Ghana.

Références

- FAO, 2005. Fertilizer use by crop in Ghana. Rome. Pp.39
- MoFA, 2009. Agriculture sector plan (2009-2015). 1st Draft. Pp. 68.
- Vanlauwe, B.A., Chianu J., Giller, K.E., Merckx, R. and Mokwunye, U. 2011. Integrated soil fertility management : Operational definition and consequences for implementation and dissemination. Outlook on Agriculture. 39(1) 17-24.

Stratégies pour la gestion durable des sols au Cabo Verde: défis liés à l'environnement et aux moyens de subsistance

Isaurinda Baptista

Résumé

La dégradation des sols a gravement affecté aussi bien les moyens d'existence des populations que l'environnement au Cabo Verde, un pays où seulement 10% de la superficie est arable. Pour maintenir le sol en place, l'eau dans le sol et des rendements durables et pour lutter contre la dégradation des terres, les gouvernements ont mis en œuvre un nombre de mesures de conservation des sols et des eaux (SWC) qui sont très visibles à travers le paysage. Au delà des efforts énormes et de la reconnaissance de leurs bénéfices, un aperçu clair de leurs impacts bio-physiques et socio-économiques a été insuffisamment évalué et documenté dans les ouvrages scientifiques. Cet article présente un aperçu des stratégies mises en œuvre pour renforcer la résilience contre l'environnement inclément, l'état de la dégradation du sol et ses facteurs déterminants, les mesures de "SWC" existantes et les priorités recommandées pour la gestion durable des sols dans le pays. Cet aperçu est essentiellement composé d'une revue de la documentation, des évaluations sur le terrain et d'un jugement expert. Le Cabo Verde a fait face à ses insuffisances avec un succès relatif en mettant en œuvre une stratégie de gouvernance intégrée qui implique la conscientisation, le développement du cadre institutionnel, l'allocation des ressources financières, le renforcement des capacités, et la participation active des communautés rurales. Toutefois, avec les ressources en sols limitées qui sont toujours confrontées à des menaces graves, il est crucial de mettre en œuvre la gestion durable des sols (GDS) comme solution clé pour une agriculture plus durable, la sécurité alimentaire et des sols sains.

Introduction

Au Cabo Verde, une combinaison de facteurs a entraîné la dégradation très avancée des sols, avec des conséquences néfastes pour les moyens d'existence des populations et pour l'environnement déjà fragile. La stabilisation du paysage agricole avec des mesures de lutte contre l'érosion et le maintien de rendements durables étaient devenus des priorités pour les gouvernements successifs du pays tant pour la protection environnementale que la survie de la population. Ces gouvernements ont axé leurs politiques de développement rural sur les stratégies de conservation des sols et de l'eau (SWC) pour faire face à la désertification, à la pénurie d'eau et à l'érosion du sol qui ont complètement changé le paysage (Ferreira *et al.*, 2013; Baptista *et al.*, 2015a).

Les efforts pour inverser la dégradation des terres et des sols et la prévenir, ont mis l'accent sur le concept de la gestion durable des terres (GDT) et la gestion durable des sols (GDS), faisant référence à l'utilisation des ressources en terres et en sols pour satisfaire les besoins actuels sans pour autant

compromettre la capacité des générations futures à combler leurs propres besoins (Lioniger *et al.*, 2011). Ces efforts incluent la mise en œuvre de mesures agronomiques, végétatives, structurelles et de gestion pour lutter contre la dégradation des sols et des terres et pour améliorer la productivité (Schwilch, *et al.*, 2012). À ce titre, les stratégies de "SWC" mises en œuvre au Cabo Verde font la promotion des concepts de GDT/GDS souvent utilisés indifféremment dans le présent article.

Les investissements dans les mesures de GDT sont considérables au niveau national, toutefois un aperçu clair de leur envergure et de leurs avantages combinés sur la productivité agricole, l'efficacité de la conservation, la durabilité et les moyens d'existence, demeure insuffisant (Baptista *et al.*, 2015a).

Cet article présente un aperçu des stratégies mises en œuvre pour développer la résilience contre l'environnement inclément, l'état de la dégradation des sols et ses facteurs déterminants, l'existence des mesures de SWC, et les priorités recommandées pour la GDS dans le pays.

Initiatives du Gouvernement pour inverser les conditions difficiles

Tout au long de son histoire, le Cabo Verde a connu de multiples mauvaises récoltes et l'insécurité alimentaire qui ont causé une famine grave du 16^{ème} au 19^{ème} siècle, enregistrant plusieurs épisodes de famine (Ferreira *et al.*, 2013). Afin d'éliminer la famine, les gouvernements ont dû fournir des emplois aux populations localement sur les programmes dits FAIMO (Chantiers à forte intensité de main-d'œuvre) qui constituaient un programme national qui a assuré des emplois à des milliers de personnes dans les zones rurales, dirigeant la main d'œuvre vers la mise en œuvre des mesures de "SWC".

Les gouvernements de l'après-indépendance qui ont été confrontés à des années sèches successives à la fin des années 1970 et au début des années 1980, ont orienté leurs actions environnementales rurales vers la lutte contre la désertification et la dégradation du sol en élaborant des instruments stratégiques, en créant des cadres institutionnels appropriés, en sensibilisant, en gérant les ressources financières limitées, en promouvant la participation effective des acteurs, en établissant des politiques et réglementations et en respectant les accords régionaux et internationaux.

¹Isaurinda Baptista,
Chercheur en techniques de gestion des terres.
Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário (INIDA),
CP84 Praia, Cabo Verde.
Courriel: ibaptista@inida.gov.cv;
Tél.: (238) 9938308 ou (238) 2711127; Télécopie: (238) 2711133

À cause de ces initiatives, le Cabo Verde est actuellement reconnu comme un cas de réussite pour ce qui est de transformer un environnement inclement en un environnement moins hostile et de développer la résilience pour absorber les chocs occasionnés par les périodes d'extrême sécheresse qui n'entraînent plus des crises alimentaires et la famine.

Facteurs déterminants de la dégradation des sols et menaces majeures

Climatiques. Les sécheresses prolongées ont réduit le couvert végétal, exposant les sols nus à l'érosion, tandis que les fortes pluies durant la saison humide ont engendré des ruissellements abondants qui transportent de grandes quantités de sols, affectant gravement la qualité de l'environnement, la sécurité alimentaire et la durabilité et la longévité des terres arables limitées du pays. L'érosion hydrique et les pertes de nutriments associées constituent des risques majeure de dégradation du sol dans le pays (Baptista *et al.*, 2015b).

Humains. Les activités humaines exercent une grande pression sur les ressources en sols limitées, contribuant à la dégradation des sols de diverses manières, y compris : (1) des pratiques agricoles inappropriées telles que la culture intensive sur les pentes abruptes sans application de mesures de conservation appropriées, et le défrichage excessif à la houe, (2) la surexploitation des aquifères entraînant la salinisation des sols dans les vallées, (3) la pauvreté rurale entraînant la déforestation due à la coupe des arbres à des fins domestiques, (4) le surpâturage, et (5) l'imperméabilisation des bons sols agricoles par l'urbanisation et la construction des routes.

Topographiques et pédologiques. L'altitude affecte énormément les pluies, les plus fortes valeurs d'érosivité se rencontrant à haute altitude et coïncidant avec les précipitations élevées, les pentes abruptes et les sols peu profonds qui rendent ces zones sujettes à l'érosion (Figure 1).



Figure 1. Principaux facteurs de la dégradation des sols : (a) brûlage des résidus des cultures sur le terrain, (b et c) érosion en ravines due à la culture sur les pentes abruptes dénudées, (d) donne un exemple de ruissellement gorgé de sédiments.

Perte de la fertilité des sols. En dépit de la haute fertilité naturelle des sols, l'agriculture intensive sans réapprovisionnement adéquat des éléments nutritifs du sol au moyen des fertilisants organiques ou inorganiques a entraîné le déclin de la fertilité du sol, en particulier dans les zones arides où la seule source de nutriments pour les cultures de maïs provient de la culture intercalaire du haricot. La matière organique du sol et la teneur en carbone est faible (< 2%) en raison de l'absence de couverture du sol, de l'élimination des résidus des cultures des terres agricoles, et du taux élevé de décomposition de la matière organique.

État des ressources en sols et gestion

Utilisation des terres. Sur les 4033 km² de superficie du pays, environ 10% (41 000 ha) sont cultivés. Les sols sont généralement de l'ordre des Régosols et des Cambisols (WRB, 2014), des sols au développement de profil limité, d'origine volcanique, d'une texture à moyens ou gros grains, abruptes, faibles en matière organique et généralement peu profonds. Les sols fertiles (c'est-à-dire les Kastanozems) sont présents sur les surfaces anciennes. Les sols d'origine alluviale et colluviale se trouvent dans les vallées, constituant les principales zones où l'agriculture irriguée est pratiquée. Plus de 90% de la surface cultivée est utilisée pour l'agriculture pluviale tandis qu'environ 6,5% est utilisée pour l'agriculture irriguée. Environ 23% de la surface du pays est boisée.

Magnitude de l'érosion du sol. De nombreux efforts ont été consentis pour quantifier l'érosion dans le pays tant au niveau de la parcelle (Smolikowski et al., 2001; Baptista et al., 2015b) qu'au niveau des sous-bassins versants (Tavares, 2010) avec des résultats indiquant une grande variabilité spatiale et temporelle en fonction de la pente, de l'utilisation des terres, de la quantité et de l'intensité des précipitations. Les taux plus bas au niveau de la parcelle correspondent à des zones à faible pente, et les plus élevés correspondent à des pentes plus abruptes. La grande variabilité des résultats, les taux élevés d'érosion et les sols peu profonds sur les terrains abrupts, nécessitent des évaluations à plus long terme pour établir des taux standards tolérables pour les versants des montagnes du Cabo Verde, permettant ainsi aux décideurs de mieux planifier les interventions de gestion du sol.

Mesures de conservation existantes. Les mesures structurelles et biologiques de conservation des sols et des eaux (SWC) ont été mises en œuvre dans le but de maintenir le sol en place, l'eau dans le sol, et de lutter contre la désertification. Les techniques structurelles comprennent les barrages régulateurs, les murettes en pierres suivant les courbes de niveau, les labours de niveau, les micro-bassins, les terrasses et les barrages de retenue. Les mesures biologiques consistent en des barrières végétales composées de diverses espèces (ex. *Aloe vera*, *Leucaena leucocephala*, *F. gigantea*), la culture de pois cajun et le reboisement avec des espèces résistantes à la sécheresse. Les mesures végétatives, y compris le couvert forestier, mises en œuvre pour protéger les versants abrupts sont plus répandues, couvrant plus de 80% de la superficie dans certains bassins versants. La mise en œuvre des techniques de conservation des sols et des eaux (SWC) modifie les fonctions du paysage à différentes échelles spatiales et elles ont produit des changements drastiques tant au niveau de la parcelle qu'au niveau du bassin versant. La Figure 2 illustre des mesures de conservation du sol dans le pays. Certaines de ces mesures (ex. reboisement et haies d'*Aloe vera*) ont été documentées comme étant des mesures de conservation réussies (Liniger et al., 2011).

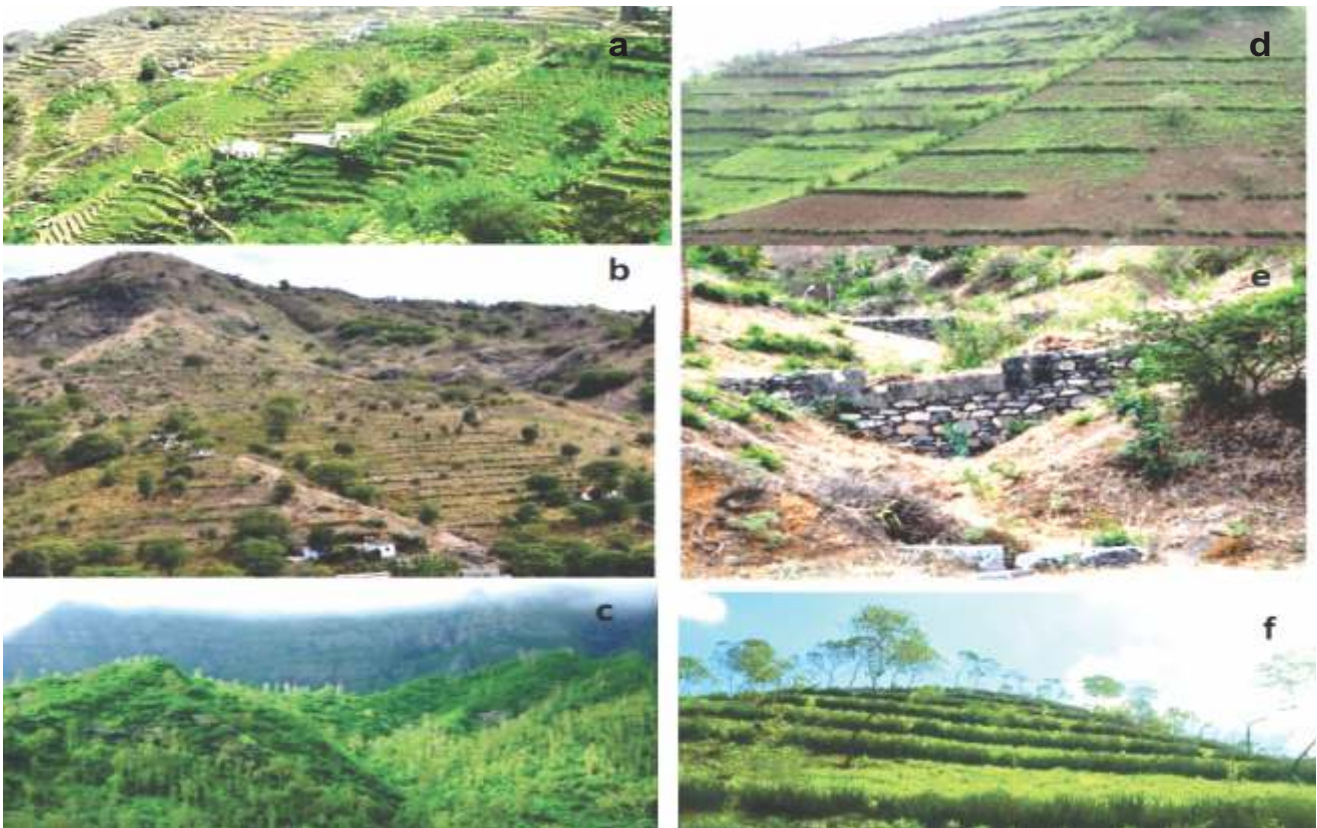


Figure 2. Végétation et mesures structurelles de conservation du sol au Cabo Verde : (a) terrasses pour l'agriculture irriguée ; (b) murettes en pierres suivant les courbes de niveau ; (c) reboisement dans la zone humide ; (d) haies de *Leucaena leucocephala* ; (e) barrages régulateurs sur les voies d'eau ; (f) haies d'*Aloe vera*

Le **Suivi et évaluation (S&E)** des mesures de gestion durable des sols au Cabo Verde demeurent insuffisantes. Récemment, la mise en œuvre du projet DESIRE (Atténuation de la désertification et remédiation des terres) à approche ascendante, a contribué à combler une partie de l'écart du S&E pour le bassin versant de Ribeira Seca, fournissant aux décideurs et aux institutions exécutantes un aperçu spatial des processus passés et en cours pour faciliter la planification des activités futures. Le projet DESIRE a développé une approche pour établir des stratégies de GDT en réponse à la désertification. Cette approche consiste en cinq étapes : (1) l'établissement du contexte de la dégradation des terres et de la GDT et des objectifs de durabilité avec les parties prenantes ; (2) l'identification, l'évaluation et la sélection des stratégies de GDT avec les acteurs ; (3) le test et le suivi des stratégies de GDT ; (4) la mise à niveau des stratégies de GDT ; et (5) la diffusion des savoirs acquis (Schwilch *et al.*, 2012). Une GDS réussie requiert un système de suivi efficace.

Priorités pour la gestion durable des sols

Les priorités pour promouvoir la GDS devront se focaliser sur la mise en œuvre des actions suivantes :

- Établissement d'un système d'informations ou base de données harmonisé ;
Évaluation, suivi et cartographie des ressources en sols ;
- Mise en œuvre et maintien des techniques de conservation du sol, y compris le reboisement et les barrières végétales dans les terres arides ;
- Recherche et adoption de pratiques de GDS qui promeuvent le couvert du sol, la rétention de l'humidité, et l'absorption de nutriments tels que la fertilité intégrée des sols et les systèmes d'agriculture de conservation ;
- La sensibilisation et la participation des acteurs à travers : (1) la sensibilisation des agriculteurs, de la société civile, des ONG et des communautés rurales sur l'importance de la GDS ; (2) l'implication des utilisateurs finaux dans la recherche ciblée sur les sols et pour trouver des solutions aux problèmes locaux ; (3) l'approche pluridisciplinaire de l'identification, l'établissement des priorités, l'essai, l'évaluation et la mise en œuvre des techniques et outils appropriés de GDS pour éclairer les décideurs, et (4) approches scientifiques et communautaires qui favorisent les actions intégrées ; et
- Intensification du développement des capacités de la recherche sur la dégradation des sols et la GDS à travers : la formation des chercheurs, l'équipement des laboratoires, le développement de la recherche ciblée sur les sols y compris les meilleures pratiques de GDS, l'évaluation de l'érosion, la gestion de la fertilité.

Recommandations de politiques et conclusion

Au Cabo Verde, tous les efforts concernant les mesures de

conservation du sol et de l'eau visent à améliorer la gestion des terres dans l'ensemble, tandis que de nos jours il est également nécessaire de considérer le sol comme une ressource limitée et menacée afin de rétablir son potentiel de production, favorisant ainsi la sécurité alimentaire. Cela requiert une approche concertée entre les acteurs et la communauté scientifique similaire à l'approche DESIRE qui pourrait être mise à niveau à l'échelle nationale et intégrée aux programmes à long terme.

Avec des ressources limitées confrontées à des menaces graves, il est crucial de mettre en œuvre la GDS comme solution centrale pour une agriculture plus durable, la sécurité alimentaire et des sols sains. À moins que les autorités ne prennent des mesures prioritaires sérieuses pour inverser le processus de dégradation, la neutralité de la dégradation du sol sera un objectif irréaliste à atteindre au Cabo Verde et en Afrique sub-saharienne à l'avenir.

Références

- Baptista I, Fleskens L, Ritsema CJ, Querido A, Ferreira AD, Tavares J, Gomes S, Reis A, Varela A. (2015a). Soil and water conservation strategies in Cabo Verde and their impacts on livelihoods: an overview from the Ribeira Seca Watershed. *Land* 4: 22-44.
- Baptista I, Ritsema CJ, Querido A, Ferreira ADF, Geissen V. (2015b). Improving rainwater-use in Cabo Verde drylands by reducing runoff and erosion. *Geoderma* 237–238: 283–297.
- Ferreira ADF, Tavares J, Baptista I, Coelho COA, Reis A, Varela L, Bentub J. (2013). Efficiency of overland and erosion mitigation techniques at Ribeira Seca, Santiago Island, Cabo Verde. In *Overland Flow and Surface Runoff*; Hydrological Science and Engineering Book Series; Wong, T.S.W., Ed.; Nova Science Publishers, Inc.: Singapore, pp. 113–135
- Liniger HP, Mekdaschi SR, Hauer C, Gurtner M. (2011). *Sustainable Land Management in Practice—Guidelines and Best Practices for Sub-Saharan Africa*; TerrAfrica: World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT): Berne, Switzerland;
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Rome, Italy
- Schwilch, G, Hessel R, Verzaandvoort S, Eds. (2012). *Desire for Greener Land. Options for Sustainable Land Management in Drylands*; Centre for Development and Environment, University of Bern (CDE): Bern, Switzerland; ALTERRA-Wageningen UR, World Soil Information (ISRIC) and Technical Centre for Agriculture and Rural Cooperation (CTA): Wageningen, the Netherlands.
- Smolikowski B, Puig H, Roose E. (2001). Influence of soil protection techniques on runoff, erosion and plant production on semi-arid hillsides of Cabo Verde. *Agric. Ecosyst. Environ.* 87: 67–80.
- Tavares, J. (2010). *Soil erosion in Cabo Verde: A Study of Processes and Quantification at the Scale of Three Watersheds of the Santiago Island*. Ph.D. Thesis, Bourgogne University, Dijon, France.

Gestion durable des sols au Niger: Contraintes, défis, opportunités et priorités

Addam Kiari Saidou¹ et Aboubacar Ichaou²

Résumé

La dégradation des sols est un facteur déterminant de la faible productivité agricole, de la pauvreté, et d'autres problèmes sociaux et environnementaux au Niger. La plupart des nigériens considèrent la dégradation des terres comme l'une des causes principales de la pauvreté et de la vulnérabilité, ainsi que la croissance démographique et la sécheresse. L'épuisement de la fertilité du sol et son érosion sont également des problèmes majeurs tant dans les terres agricoles que les parcours, résultant de l'utilisation faible et déclinante des engrais, l'absence de jachère, l'expansion des plantations dans les terres marginales, le surpâturage des parcours, la déforestation, les sécheresses, l'incertitude des régimes fonciers, les vents violents qui entraînent des pluies torrentielles très érosives, et d'autres facteurs de la fragilité des ressources naturelles.

La gestion durable des sols (GDS) est l'une des priorités au Niger. Par conséquent, l'importance accordée à la dégradation des terres à travers ce bref article sur la GDS, doit être considérée à la lumière de la sensibilisation croissante pour le financement privé et public. Dans ce contexte, l'objectif d'amélioration de l'efficacité des investissements dans la gestion durable des terres (GDT) est crucial.

Cet article d'orientation vise principalement les activités de gestion des ressources naturelles (GRN) comme un élément qui régènera les ressources en terres et en eau. L'article abordera le statut des sols, leurs contraintes et potentiels et énoncera les priorités et les mesures de sensibilisation.

Introduction

Le Niger est un grand pays sahélo-soudanien d'une superficie de 1 267 000 kilomètres carrés avec environ 17 millions d'habitants. Le pays est bordé au nord par la Libye et l'Algérie, à l'est par le Tchad, au sud par le Nigéria et le Bénin, et à l'ouest par le Burkina Faso et le Mali.

Le Niger a connu une série de crises alimentaires (1973, 1984, 2001, 2005, 2010) qui révèlent un nombre de déterminants dont les plus importants sont : la tendance du climat à s'assécher et la forte croissance démographique (3,3%) qui dépasse la croissance agricole (estimée à 2,5%), entraînant ainsi une pression accrue sur l'environnement. La combinaison de tous ces facteurs débouche inévitablement sur un changement des équilibres écologiques et la dégradation des terres. Cela a eu pour résultat l'exploitation abusive des terres, souvent au delà des capacités réelles des écosystèmes et la perte considérable de leur potentiel de production. Le maintien de ces écosystèmes fragiles est toutefois indispensable pour effectuer toutes les activités socioéconomiques des populations rurales. L'économie

rurale constitue le principal moyen d'existence des populations rurales à travers l'agriculture, l'élevage, les pêches et la foresterie (Ichaou et Maisharou, 2013).

La dégradation des terres induite par les changements écosystémiques engendre des pertes considérables en termes de revenus agricoles. À l'instar de la plupart des pays de l'Afrique subsaharienne du circum-Sahara, le Niger est ravagé par un phénomène prononcé de désertification et de dégradation des terres qui appauvrit les populations, surtout celles vivant dans les zones rurales. La dégradation est manifeste essentiellement dans la formation de grandes aires dénudées qui favorisent l'érosion par l'eau ; la formation et l'élargissement des ravins, souvent sur les terres cultivées ; la formation de dunes de sable mouvantes qui constituent l'un des problèmes les plus graves de la dégradation des terres, en particulier dans la partie orientale du pays ; l'envasement des terres agricoles, des cours d'eau, des bassins de production agricole et de diverses infrastructures socioéconomiques (routes, habitations, etc.) ; la salinisation des terres agricoles irriguées ; le lessivage des nutriments ; l'encroûtement du sol ; la réduction du couvert végétal et la perte de biodiversité.

Les effets de cette dégradation et ses diverses formes se traduisent naturellement par la désorganisation des systèmes de production, le déclin des productions rurales (notamment l'agriculture, l'élevage et la foresterie) ; la baisse du revenu ménager et la persistance de l'insécurité alimentaire.

Pour surmonter cette situation, le Niger a, au fil des deux décennies écoulées, adopté des mesures pour la conservation des sols et de l'eau et pour promouvoir la régénération naturelle avec l'aide de partenaires techniques et financiers. Cela a permis au pays d'acquérir l'expérience nécessaire en matière de Gestion durable des terres et des eaux (GDTE). Malheureusement, en dépit de cette expérience accumulée, le phénomène de la dégradation des terres et du paysage s'aggrave continuellement sous l'effet du changement climatique et de la pression humaine, compromettant ainsi les divers efforts consentis. Le développement des pratiques optimales dans le domaine de la GDTE est donc nécessaire.

Au titre des meilleures pratiques identifiées au Niger, cet article présente celles qui peuvent potentiellement protéger les terres agricoles et pastorales et renforcer la résilience des systèmes biophysiques.

¹Addam Kiari Saidou. Spécialiste en Microbiologie/fertilité du sol, Chef du Département Gestion des ressources naturelles (DGRN), Institut national de la recherche agricole du Niger (INRAN), Niamey, Niger.

Courriel: kaddam2001@yahoo.fr

²Aboubacar Ichaou, Phyto-écologue. DG INRAN BP 429 Niamey, Niger
Cellulaire: (+227) 96 57 21 19 / (+227) 94 93 80 68.

Courriel: ichaoua@yahoo.fr

Statut du sol

Les sols sont hétérogènes et requièrent un système intégré pour gérer leur fertilité. Cependant, les engrais sont onéreux et souvent rares. La plupart des sols ont une fertilité faible et avec de mauvaises pratiques culturales, ces sols sont ravagés par des pertes de nutriments à travers l'élimination des résidus des cultures. Les sols sont particulièrement pauvres en phosphore et azote. Dans plusieurs régions du Niger, même les terres vierges ou nues sont pauvres en P et N (Henao et Baanante, 2006), contribuant à une faible productivité des sols.

Grandes zones agroécologiques, contraintes et défis relatifs à la fertilité, à la dégradation et à la conservation des sols et de l'eau

Le climat au Niger est caractérisé par deux saisons principales : une longue saison sèche qui dure environ huit mois, et une saison pluvieuse de quatre mois qui débute en mai ou juin dans la partie sud du pays. Entre le Sahara, les zones sahélienne et soudanienne, les précipitations varient de 0 à plus de 700 mm annuellement. La zone soudanienne dans le sud couvre seulement 1% du territoire. Au fil des 30 dernières années, les isohyètes se sont déplacées vers le sud sous l'effet de changements climatiques apparemment de longue durée. Tandis que, en raison de la pression démographique, les terres agricoles se sont étendues vers le nord, dans les terres qui sont toujours plus vulnérables à l'érosion.

La plupart des sols utilisés dans la culture pluviale sont des sols ferrugineux tropicaux et subarides bruns. Leur teneur en sable varie entre 80 et 90% et leur teneur en argile entre 1 et 8%, avec une faible teneur en limon de 2 à 6%. Leur capacité de rétention d'eau est très faible, avec une capacité au champ d'entre 5 et 12%. Ils sont généralement acides avec un pH (eau) variant entre 4,5 à 7, et pauvres en matière organique (0,15 à 0,7), et sont faible en phosphore assimilable (0,4 à 9,4 mg/kg sol) et pauvres en azote.

Défis techniques

Considérant l'ensemble des terres dégradées, le choix de techniques et espèces appropriées ainsi que la sélection de celles qui sont le mieux adaptées aux sites spécifiques, requiert une expertise particulière. Souvent, une zone protégée est régénérée tandis que les pressions causées par l'homme sur les zones avoisinantes sont exacerbées.

Priorités

Les recommandations suivantes sont faites au gouvernement ou aux autorités compétentes concernant l'appui à apporter à la gestion durable des sols :

- Créer un environnement socioéconomique et politique favorable pour permettre aux producteurs d'investir dans le secteur du sol (Henao et Baanante, 2006) et la gestion durable de la fertilité du sol;
- Créer/renforcer les capacités d'un Institut du sol en matière de (i) ressources humaines qualifiées et (ii) d'équipements appropriés;
- Créer une plateforme pour l'innovation de la GDT et la participation de la communauté;
- Créer un plan de communication pour les divers partenaires et les cibles publiques pour l'enseignement des sciences du sol;
- Assurer que les chercheurs de la GDT sont représentés parmi les décideurs; Établir des Champs-écoles et des sites de démonstration de la GDT (Feder et al., 2004).

Meilleures pratiques pour surmonter les problèmes et défis

La sécurité alimentaire devrait être le focus de la gestion durable des sols. La vulgarisation des meilleures pratiques est un ensemble de solutions qui doit contribuer à résoudre les nombreux problèmes et à surmonter les défis dans le domaine de la dégradation des sols et de la gestion durable des terres agricoles et pastorales.

Au fil des ans, plusieurs pratiques indigènes de conservation de l'eau et des sols très efficaces ont été développées par les populations locales au Niger et dans les pays voisins dans la région du Sahel tels que le Burkina Faso et le Mali. Ces pratiques ont été mises en œuvre avec beaucoup de succès, surtout après les sécheresses dévastatrices des années 1970. Les zones très dégradées sont en cours de régénération et la sécurité alimentaire s'y est améliorée. La durabilité effective de la mise en œuvre de ces pratiques est due au fait qu'elle est pilotée par les communautés et celles-ci exercent une 'propriété' mentale de leurs propres projets et y sont donc engagés. Le Gouvernement ne s'impose pas à ces projets et n'est pas descriptif, mais se positionne en arrière-plan, disposé à jouer un rôle d'appui si nécessaire. Les pratiques incluent (i) la stabilisation des dunes avec des arbustes/arbres appropriés (Planche 1), (ii) les cordons pierreux (Planche 2), (iii) souvent combinés avec le paillage (Planche 3), (iv) résultant par exemple en une bonne production de sorgho tel que montré sur la gauche de la Planche 4 dans une zone jadis dénudée qui ressemblait à celle sur la droite et au premier plan ; (v) la plantation de trous appelés 'zais' et ailleurs 'tassas' avec du fumier ou du compost appliqué dans le trou (Planche 5) (vi) les 'demi-lunes' dans lesquels les grains (Planche 6) ou le fourrage pour le bétail (Planche 7) peuvent être plantés.



Planche 1: Fixation des dunes avec *Euphorbia balsimifera*



Planche 2: Construction de cordons pierreux



Planche 3: Combinaison des cordons pierreux et du paillis



Planche 4: Cordons pierreux engendrant une bonne croissance du sorgho (à gauche)



Planche 5: Plantation des trous (zais) combinée avec l'utilisation de la matière organique



Planche 6: Demi-lunes plantées avec du sorgho



Planche 7 : Demi-lunes plantées avec des herbes fourragères animales

Conclusion

Les sols au Niger sont caractérisés par une faible fertilité, des capacités insuffisantes de rétention d'eau, la vulnérabilité à la dégradation physique du sol, l'encroûtement, et sont confrontés à l'érosion éolienne et hydrique et à divers autres défis.

De bonnes pratiques de GDTE ont un bon potentiel de renforcement de la résilience des populations et des écosystèmes, contrôlant les effets du changement climatique et assurant et améliorant la vie des populations rurales. Elles peuvent être appliquées sur une grande échelle et bénéficier à des milliers d'agriculteurs et d'éleveurs pastoraux.

La grande participation des bénéficiaires à la mise en œuvre de ces mesures mobilise la population rurale, réduisant ainsi les coûts de mise en œuvre et constituant un investissement important dans les ressources productives des bénéficiaires. Elle favorise également la durabilité. Ces bonnes pratiques constituent un moyen efficace améliorant la gestion de l'eau et réduisant la dégradation des sols, des plantes et de la biodiversité tout en augmentant et stabilisant les rendements agrosylvopastoraux. Elles contribuent ainsi à atténuer les effets du changement climatique et à améliorer de manière sensible la sécurité alimentaire et la résilience des populations rurales aux chocs externes. L'intégration d'une utilisation rationnelle des ressources naturelles dans la planification des terres favorise la sécurité du régime foncier, réduit les risques de conflits, et établit des liens avec la planification communale et régionale.

Bien que la gestion des terres est une solution prometteuse pour les pays tels que le Niger, elle requiert toutefois un engagement à long terme. Couvrir suffisamment de zones pour obtenir un impact sensible non seulement au niveau des champs individuels, mais également des grandes zones, est une tâche multi-générationnelle qui exige un effort national continu de la part des gouvernements pour organiser la mise en œuvre et le suivi dans la GDT, leur amélioration et leur

maintenances. En l'absence de cette orientation et de ce suivi externe, la mise en œuvre de ces travaux perdra sa dynamique.

Références

- Aboubacar I, et Maisharou M. 2013. Gestion durable des terres et des eaux, manuel de terrain pour les techniciens du cadre d'appui-conseil aux producteurs ruraux. 35 p.
- Adam, T., C. Reij, T. Abdoulaye, M. Lanvanou, and G. Tappan. 2006. Impacts des Investissements dans la Gestion des Ressources Naturelles (GRN) au Niger: Rapport de Synthèse. Niamey, Niger: Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture.
- Addam Kiari Saidou, Alhou B., Adam M., and Hassane A. 2014. Effect of compost amended with urea on crops yields in strip cropping system millet/cowpea on sandy soil poor in phosphorus. *Research Journal of Agriculture and Environmental sciences*. Volume 1, issue 2, page 23-28.
- Bationo A. 2008. Integrated Soil Fertility Management Options for Agricultural Intensification in the Sudano-Sahelian Zone of West Africa, Academy Science Publishers
- Feder, G., R. Murgai, and J. B. Quizon. 2004. "Sending Farmers Back to School: The Impact of Farmer Field Schools in Indonesia." *Review of Agricultural Economics* 26: 45-62.
- Henao, J., and C. Baanante. 2006. Agricultural Production and Soil Nutrient Mining in Africa: Implications for Resource Conservation and Policy Development. Muscle Shoals, AL, USA: International Fertilizer Development Center.
- Herrmann, S. M., A. Anyamba, and C.J. Tucker. 2005. "Recent Trends in Vegetation Dynamics in the African Sahel and Their Relationship To Climate." *Global Environmental Change* 15: 394-404.
- Kapoor, K., and P. Ambrosi. 2007. State and Trends of the Carbon Market 2007. Washington, D.C.: World Bank Institute, World Bank.
- Larwanou, M., M. Abdoulaye, and C. Reij. 2006. Etude de la Régénération Naturelle Assistée dans la Région de Zinder (Niger). Washington, D.C. : International Resources Group.

Les sols nigériens peuvent-ils soutenir la production agricole? Le dilemme d'un pédologue

Fasina Abayomi Sunday^{1*}, Oluwadare David Abiodun², Omoju Olanrewaju Johnson³, Oluleye Anthony Kehinde⁴, Ogbonnaya Uchenna Ogbonnaya⁵ et Ogunleye Kayode Samuel⁶

Résumé

La plus grande menace pesant sur le maintien de la productivité agricole dans les systèmes d'exploitation nigériens, est le déclin de la productivité du sol résultant de la production culturale constante sans gestion appropriée du sol. Cela a également entraîné la baisse de la production alimentaire par habitant au fil des deux ou trois décennies écoulées. Les informations produites par la prospection et la recherche pédologiques sont essentielles pour assurer l'utilisation efficace des terres et des pratiques durables de gestion des sols. Toutefois, les données de l'enquête et la recherche pédologique sont soit rares ou non disponibles pour orienter l'utilisation durable des sols. Ces données pédologiques sont fondamentales pour atténuer l'insécurité alimentaire à travers l'utilisation appropriée de systèmes durables de gestion des sols. C'est là le dilemme auquel sont confrontés les pédologues au Nigéria. Cet article est une tentative d'identifier ce dilemme dans le cadre des efforts des pédologues pour apporter des solutions à l'utilisation durable des ressources en sol du Nigéria. L'article passe en revue la gestion durable des terres au Nigéria et la planification adéquate de l'utilisation des terres comme pré-requis à l'utilisation durable des terres et fait des recommandations appropriées concernant les éléments nécessaires pour assurer l'utilisation durable des ressources en sols du Nigéria.

Introduction

L'un des principaux facteurs responsables de l'insécurité alimentaire au Nigéria est le faible rendement agricole essentiellement dû aux conditions défavorables du sol. Une grande proportion (70%) des sols au Nigéria est composée de sols argileux à faible activité (« LAC » en anglais) qui ne peuvent pas naturellement soutenir la production des cultures continuellement (Ogunkunle, 2009). L'explosion démographique des dernières décennies a exacerbé la pression sur les ressources disponibles, entraînant divers types de dégradation des sols. Les rendements de la plupart des cultures nigériennes sont faibles en dépit des variétés à haut rendement qui sont cultivées (Tableau 1). Malheureusement, tant les rendements moyens que les rendements moyens exprimés en pourcentage des rendements potentiels de céréales spécifiques sont très bas. Cela a été attribué aux mauvaises conditions inhérentes du sol et à la dégradation des sols. Il est un besoin urgent de concevoir une stratégie de gestion des sols scientifique et bien planifiée pour prévenir la dégradation et assurer des conditions favorables à l'utilisation des sols pour une production accrue et soutenue des cultures. Dans une

évaluation de la productivité des sols en Afrique, Salako (2010) a rapporté que le Nigéria fait partie des pays dont la productivité des sols est faible ou moyenne et qui peut être améliorée grâce à une bonne gestion. Toutes les terres ne sont pas cultivables et les terres favorables à l'agriculture le sont à divers degrés. Elles peuvent y être également favorables à court terme, mais pas pour la production durable et continue. La durabilité devient alors un problème clé et constitue un dilemme pour le pédologue. Les dilemmes auxquels sont confrontés les pédologues au Nigéria peuvent être résumés comme suit :

- (i) Personne n'écoute. Les individus que sont les agriculteurs et les utilisateurs des terres, et le gouvernement se soucient peu de la mauvaise utilisation des terres au Nigéria.
- (ii) Le problème ci-dessus entraîne une utilisation incontrôlée des terres comme rapporté par Fasina (1997 et 2001a), des pertes causées par l'érosion, la désertification et d'autres formes de dégradation des terres.
- (iii) La durabilité économique réclamée à cor et à cri n'est pas liée à la gestion des terres/des sols et par conséquent à la durabilité agricole et/ou environnementale.

¹FASINA, Abayomi Sunday. *Auteur correspondant. Département des Sciences des cultures, des sols et de l'environnement, Université de l'État d'Ekiti, Ado-Ekiti, Nigéria (Department of Crop, Soil and Environmental Sciences, Faculty of Agricultural Science, Ekiti State University), P.M.B. 5363, Ado Ekiti, Ekiti State, Nigeria. Courriel: sundayfash2012@yahoo.com Tel.: +23480 6036 9936.

²OLUWADARE, David Abiodun. Département des Sciences du sol, Faculté d'agriculture, Université fédérale, Oye-Ekiti, Nigéria (Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Federal University Oye Ekiti) P.M.B. 373, Oye Ekiti, Ekiti State, Nigeria. Courriel: david.oluwadare@fuoye.edu.ng Tel.: +23481 6605 3500.

³OMOJU, Olanrewaju Johnson. Faculté d'agriculture, Université fédérale, Oye-Ekiti, Nigéria (Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Federal University Oye Ekiti) P.M.B. 373, Oye Ekiti, Ekiti State, Nigeria. Courriel: olanrewajuomoju@yahoo.co.uk Tel.: +23480 3524 2237.

⁴OLULEYE, Anthony Kehinde. Département des Sciences du sol, Faculté d'agriculture, Université fédérale, Oye-Ekiti, Nigéria (Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Federal University Oye Ekiti) P.M.B. 373, Oye Ekiti, Ekiti State, Nigeria. Courriel: anthony.oluleye@fuoye.edu.ng Tel.: +23480 3808 9714.

⁵OGBONNAYA, Uchenna Ogbonnaya. Département des Sciences du sol, Faculté d'agriculture, Université fédérale, Oye-Ekiti, Nigéria (Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Federal University Oye Ekiti) P.M.B. 373, Oye Ekiti, Ekiti State, Nigeria. Courriel: uchenna.ogbonnaya@fuoye.edu.ng Tel.: +23480 7191 9608.

⁶OGUNLEYE, Kayode Samuel. Département des Sciences du sol, Faculté d'agriculture, Université fédérale, Oye-Ekiti, Nigéria (Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Federal University Oye Ekiti) P.M.B. 373, Oye Ekiti, Ekiti State, Nigeria. Courriel: kayode.ogunleye@fuoye.edu.ng Tel.: +23480 6136 3774

- (iv) En apparence, les sols semblent productifs, mais ils sont fragiles (sols argileux à faible activité (LAC) qui ont une fertilité inhérente très faible et sont vulnérables à la dégradation.
- (v) Le Nigéria ne dispose pas d'un système national de classification des sols et les systèmes internationaux ne permettent pas de classer les sols de manière détaillée.
- (vi) Le Nigéria ne dispose pas d'un système national d'évaluation de l'aptitude des sols.
- (vii) Le Nigéria ne dispose pas d'une base de données sur les sols pouvant être utilisée pour l'évaluation de l'aptitude des sols et la planification de l'utilisation des terres.

Au vu du problème énoncé ci-dessus, l'objectif général de cet article est de discuter des questions relatives à l'utilisation durable des sols du Nigéria pour une production agricole optimale. Les objectifs spécifiques sont les suivants : (1) Identifier et discuter des questions sur la gestion durable des terres au Nigéria et en Afrique. (2) Évaluer la planification de l'utilisation des terres comme pré-requis pour l'utilisation durable des sols. (3) Faire des recommandations sur les approches pour maintenir les ressources en sols du Nigéria.

Gestion durable des terres au Nigéria

À l'instar du reste du continent africain, le Nigéria ne peut réaliser la sécurité alimentaire sans une gestion durable des terres. La gestion durable des terres a été définie de diverses manières. Smyth et Dumanski (1995) l'ont définie comme un système de gestion combinant les technologies, les politiques et les activités visant à intégrer les principes socioéconomiques aux préoccupations environnementales dans le but de réaliser les objectifs à cinq volets que sont la productivité, la sécurité, la protection, la viabilité et l'acceptabilité, tandis que Greenland (1994) l'a définie comme un système qui ne détériore pas le sol ou ne contamine pas de manière significative l'environnement tout en fournissant l'appui nécessaire à l'existence humaine. Ogunkunle (2009) a clairement établi que ces définitions diffèrent au niveau de leur focus sur les facteurs de gestion.

Certaines raisons très évidentes ont été offertes pour justifier la nécessité d'une gestion durable des terres au Nigéria et en Afrique. Ogunkunle (2009) a énuméré certaines de ces raisons comme suit :

- Une croissance démographique rapide et une pression accrue sur les ressources foncières limitées;
- Des pratiques agricoles associées à une mauvaise gestion ont contribué à une dégradation considérable des ressources naturelles;
- Des problèmes de déclin de la productivité et/ou de coûts alimentaires élevés qui peuvent survenir au cas où les ressources non renouvelables dont dépend la production s'épuisent;
- Les systèmes agricoles dont certains sont durables,

disparaissent rapidement et sont remplacés par des systèmes d'exploitation qui sont plus intensifs que ce que les ressources vulnérables peuvent tolérer et dépendent des combustibles fossiles finis et des ressources hors exploitation;

- Le développement de terres supplémentaires à des fins agricoles requiert des investissements substantiels pour améliorer la fertilité du sol, la disponibilité en eau, l'irrigation, le drainage et la lutte contre l'érosion. Celles-ci sont souvent des sols marginaux qui sont plus vulnérables à la dégradation.

Selon l'examen effectué par Junge et al. (2008) sur la conservation du sol au Nigéria, des efforts substantiels ont été consentis pour développer des technologies qui peuvent renverser ou prévenir la dégradation des terres et soutenir la productivité. Cet examen indique qu'il n'existe pas de zone agro-écologique au Nigéria que les pédologues et agronomes n'ont pas couvert pour prendre en compte les problèmes relatifs à la gestion durable des terres. Au nombre des technologies testées, il y a : (i) le paillage (ii) la culture de couverture (iii) la culture intercalaire (iv) la culture en bandes (v) le billonnage ou les diguettes en damier (vi) le travail de conservation du sol ou le labour zéro ; (viii) les jachères cultivées et les jachères naturelles.

Les expériences dans le sud-ouest du Nigeria ont montré que tandis que les diverses technologies de gestion du sol proposées par les chercheurs accroissent la productivité de manière adéquate sur les sols non dégradés, il est difficile de maintenir la productivité des sols dégradés précédemment au delà d'un ou de deux ans avec ces technologies, sans une jachère à long terme ou une application adéquate des amendements du sol (Shittu et Fasina, 2004 ; Salako et al., 2007b ; Tian et al., 2005). Shittu et Fasina, 2004, ont testé le potentiel de gestion appropriée des résidus végétaux comme base pour la production durable du maïs pendant deux ans à Ado-Ekiti (Tableau 2). Ils ont observé que les résidus de paillage de surface avaient un meilleur potentiel de rendement pour la production de maïs au Nigéria. Selon leur étude, le seul traitement ayant le pire rendement en grains durant la seconde année, était lorsque le chaume a été complètement éliminé au moyen de la mise en balles, indiquant ainsi que le retrait du chaume est une pratique non viable. Ils ont par conséquent conclu que les résidus végétaux ne doivent pas être retirés afin d'éviter la perte de nutriments et la réduction du rendement du maïs. La différence sensible entre les effets du brûlage et du non brûlage des résidus indique que les avantages du non retrait des résidus étaient dus à son retour de nutriments végétaux au sol qui pouvait accroître la matière organique du sol à long terme. Le résultat a également indiqué que la réduction de la biomasse et du rendement en grains était due à la réduction de la teneur en carbone organique du sol. Cette conclusion est corroborée par Pantami et al. (2010) qui ont rapporté une baisse de la teneur en carbone organique du sol en raison du brûlage et cela a été attribué à l'oxydation du carbone organique parce que la plupart des colloïdes organiques sont

altérés par le chauffage du sol de 100 à 250°C. Des études par Ojeniyi et Adejobi (2002) et Owolabi et al. (2003) ont montré qu'une absorption plus élevée de nutriments et le rendement agricole profitent des cultures successives de la brousse et du brûlage de résidus en raison des cendres dissoutes qui servent d'amendement calcaire et d'engrais. Toutefois, cela ne dure pas.

Tableau 1: Moyenne et rendement potentiel des céréales et tubercules au Nigéria

Culture	Rendement moyen (t/ha)	Rendement potentiel (t/ha)	Rendement moyen par rapport au rendement potentiel (%)
Riz pluvial	0,8 - 1,2	1,5 - 2,5	50
Riz aquatique	1,0 - 2,0	2,5 - 8,0	29
Mais	1,5 - 2,0	3,5 - 10,0	26
Sorgho	0,5 - 1,2	2,0 - 2,5	38
Mil	0,5 - 1,0	1,0 - 2,0	50
Manioc	11- 12	20 - 25	51
Taro	5 - 6	8 - 10	61
Pommes de terre	10 - 12	14 - 15	76
Patate douce	10 - 12	14 - 15	76
Igname	12 - 14	18 - 20	68

Source: Ogunkunle, 2009.

Tableau 2: Pourcentage de changement du poids de l'épi séché au champ (t/ha) et rendement en grains de maïs (t/ha) après le traitement avec une autre gestion des résidus

Traitements	Poids (t/ha) de l'épi séché au champ			Rendement grains de maïs (t/ha)		
	2001	2002	% changement	2001	2002	% changement
Résidus brûlés laissés à la surface	5,7 ^a	5,4	-5,2	3,2 ^{ab}	3,1 ^a	-3,1
Incorporation des résidus brûlés	5,4 ^a	5,3	-1,6	3,5 ^a	2,7 ^{ab}	-22,9
Incorporation sans brûlage	5,2 ^a	5,2	0	2,9 ^b	3,3 ^a	13,8
Paillage de surface	3,9 ^b	5,2	33,3	2,5 ^b	3,4 ^a	36,0
Mise en balles	6,1	4,9	-29,6	3,8 ^a	2,1 ^b	-44,7
(S.E)	(0,39)			(0,36)		
CV%	24,3+			32+		

Le fait que les moyens de traitement au cours des deux ans aient le même exposant n'a pas de pertinence statistique notable.

Source: Shittu et Fasina 2004

Note:

Les valeurs négatives indiquent une baisse du pourcentage de LSD à 5%

Les chiffres entre parenthèses indiquent une erreur-type à P<0,05

(-) indique le coefficient de variabilité.

La planification de l'utilisation des terres - un pré-requis pour l'utilisation durable des sols

La planification de l'utilisation des terres est le processus d'évaluation des terres et les modèles alternatifs d'utilisation des terres et d'autres conditions physiques, sociales et économiques à des fins de sélection et d'adoption du type d'utilisation des terres et d'actions les mieux adaptées pour réaliser les objectifs fixés (Purnell, 1988). La planification de l'utilisation des terres vise à faire le meilleur usage des ressources limitées en : (i) évaluant les besoins actuels et futurs et en évaluant systématiquement la capacité des terres à les fournir ; (ii) identifiant les utilisations alternatives durables et en choisissant celles qui comblent ces besoins au mieux. Les objectifs de la planification de l'utilisation des terres définissent ce que signifie la « meilleure » utilisation des terres.

L'efficacité optimale de l'utilisation des terres est réalisée en faisant correspondre les différentes affectations des terres aux domaines qui produisent les plus grands bénéfices au moindre coût. Dans le cadre d'une étude réalisée dans l'État de Lagos au

Nigéria, Fasina (1997) a recommandé quelques plans d'utilisation des terres crédibles pour des sites retenus dans l'État de Lagos, en conformité avec la qualité des sols identifiés dans la zone sélectionnée. La planification de l'utilisation des terres est mieux exécutée par une équipe pluridisciplinaire pour favoriser une approche holistique de l'utilisation des terres. Une planification appropriée de l'utilisation des terres constitue la base d'une utilisation durable des terres et d'une agriculture productive. Cela veut dire que l'identification des problèmes d'utilisation des terres, la production d'options viables pour les résoudre, et l'obtention d'informations sur les conséquences de l'adoption de chaque option pour les lieux où les décisions sur l'utilisation des terres sont prises (Fasina, 2004).

Au Nigéria et en Afrique, il y a un sérieux problème d'affectation des terres aux mauvaises utilisations. Les décideurs pensent rarement à la nature de la terre affectée au développement urbain, résidentiel et industriel. Les terres sont passées au bulldozer pour construire des routes, des aéroports et de grandes superficies de terre sont acquises pour le développement résidentiel et industriel, quelles que soient les qualités agricoles des sols ou l'impact environnemental de ces utilisations (Fasina, 2001a). En conséquence, très peu de zones avec des terres arables potentielles sont définitivement perdues pour ce qui est de la production agricole. Fasina (2001a) et Idachaba (1992) ont discuté des contraintes majeures de la planification de l'utilisation des terres comme un pré-requis pour l'utilisation durable des sols, entre autres : (i) L'absence de considération d'utilisations alternatives des terres et les cadres de gestion des sols ; (ii) des bases de données insuffisantes ; (iii) des technologies et capacités améliorées très limitées de développement et de gestion des terres ; (iv) des recommandations généralisées d'engrais ; (v) des problèmes de la sécurité du régime foncier ; (vi) des problèmes relatifs à l'abandon de la technologie de rotation de la culture sur brûlis et de la jachère de brousse, ou à ses changements ; (vii) la mauvaise perception publique et le manque d'éducation économique.

C'est dans le contexte de ces contraintes persistantes de la planification de l'utilisation des terres, de la gestion durable des terres et des difficultés d'exécution et des échecs des projets précédents, que la *National Agricultural Land Development Authority* (NALDA) a été créée au Nigéria pour prendre en compte les contraintes énumérées ci-dessus. Toutefois, il est nécessaire de développer un cadre national pour la planification d'utilisations alternatives des terres et la gestion durable des sols au Nigéria. Les principaux éléments énoncés par Fasina (2013) doivent inclure (i) une planification de l'utilisation des terres et la gestion durable des sols en appui à la spécialisation agroécologique dans la production ; (ii) un engagement sérieux à lutter contre la déforestation et la désertification ; (iii) la fourniture de données sur l'utilisation des terres et la gestion des sols ; (iv) la production et la diffusion de technologies améliorées d'aménagement des terres et de gestion des sols ; (v) le désengagement du gouvernement pour ce qui est de sa

participation directe à l'importation et à la distribution des engrais puisque cette implication s'est avérée inefficace.

Conclusion et recommandations

Les sols au Nigéria ne sont pas aussi fertiles que les gens le croient. Les sols requièrent le développement et la mise en œuvre d'approches de gestion spéciales au delà de l'application des engrais appropriés dont certains ont été développés pour soutenir continuellement la production alimentaire. Il est nécessaire d'établir un Institut national de recherche sur les sols pour prendre en compte toutes les questions relatives à l'utilisation et à la gestion durables des sols.

Sur la base des discussions ci-dessus, nous souhaitons suggérer les recommandations suivantes dont la mise en œuvre pourrait contribuer à maintenir les ressources en sols du Nigéria :

1. Production d'une carte détaillée des sols pour le Nigéria : une carte détaillée des sols et de haute qualité est requise pour une planification efficace de l'utilisation des terres et leur utilisation durable. Le gouvernement fédéral du Nigéria doit rassembler des pédologues qualifiés et d'autres experts dans le cadre d'un Institut national de recherche sur les sols pour produire une carte détaillée des sols pour le Nigéria, et leur fournir toute la logistique nécessaire.
2. Sensibilisation sur l'importance de la planification de l'utilisation des terres et la gestion durable des sols au Nigéria à travers l'éducation publique : Tant le gouvernement que la *Soil Science Society of Nigeria* doivent prendre les devants dans cette démarche.
3. Promulgation et application de la législation appropriée relative à l'utilisation des terres et à la conservation des sols. C'est la responsabilité du gouvernement mais doit être effectué en consultation avec les pédologues du pays pour assurer qu'elle est appropriée et pertinente pour le Nigéria. D'un côté, la culture des terres non-arables ne devrait pas être permise tandis que d'un autre côté, les terres agricoles primordiales et uniques doivent être réservées à l'agriculture. Des mesures strictes de conservation appropriée doivent être définies et appliquées, en particulier sur les terres marginales.
4. Les institutions tertiaires nigérianes doivent être renforcées pour former des pédologues qui peuvent contribuer de manière significative à l'utilisation durable continue des ressources en sols du pays : Ces scientifiques doivent avoir une bonne connaissance scientifique de base des sols et être exposés aux propriétés et caractéristiques spécifiques des sols nigériens et à leurs impératifs

de gestion. Une revue constante du programme d'enseignement des sciences du sol tant au niveau de la licence qu'au niveau postuniversitaire est nécessaire pour satisfaire les besoins du 21^{ème} siècle en matière de gestion durable de l'utilisation des terres.

5. Financement adéquat de la recherche sur les sols : le Gouvernement doit assumer la responsabilité de fournir le financement adéquat continu pour la recherche sur les sols au Nigéria. Les institutions de recherche doivent être bien équipées et dotées en personnel.

Références

- Fasina, A.S. (1997). Land use and land Quality in selected Areas of Lagos State. Unpublished PhD Thesis. Department of Agronomy, University of Ibadan, Ibadan 311P
- Fasina, A.S. (2001a). Land use and land quality in Lagos State. *Annals of Agricultural Sciences*. 2 (2): 74-83
- Fasina, A.S. (2004). Influence of soil and management on maize (*zea mays*) yield in some selected farms in Lagos State, *Nigeria Journal of Soil Science*. 15:63-74
- Fasina, A.S. (2013). "Can these soils sustain?" The Dilemma of a pedologist 37th Inaugural Lecture Delivered by Professor Abayomi Sunday Fasina at Ekiti State University on 23rd April, 2013. 76pp.
- Greenland, D.T. (1994). Soil Science and sustainable land management in syers, J.K and Rimmer D.L (Eds). *Soil Science and sustainable land management in the tropics* CAB International 273pp.
- Idachaba, F.S. (1992). Land use planning and soil management for sustainable Agriculture. Keynote address delivered at the Annual Conference of Soil Science Society of Nigeria held at University of Ilorin on 16th November, 1992. P21.
- Junge, B., Abaidoo, R., Chikoye, D. and Stahr, K. (2008): Soil conservation in Nigeria. Past and present on-station and on – farm initiatives. Soil and water conservation society Ankeny, Iowa, USA, 28pp
- Ogunkunle, A.O. (2009). Management of Nigeria soil Resources for sustainable Agricultural productivity and food security, Proc. of the 33rd Annual conference of soil science society of Nigeria held at university of Ado – Ekiti (March 9 – 13, 2009) 9 – 24pp.
- Ojeniyi, S.O. and Adejobi, K.B. (2002). Effect of ash and goat dung manure on leaf nutrients composition growth and yield of amaranthus. *The Nigerian Agriculture Journal* 33, 46-57.
- Owolabi, O., Adeleye, A., Oladejo, B.T. and Ojeniyi, S.O. (2003). Effect of wood ash on soil fertility and crop yield in Southwest Nigeria. *Nigerian Journal of Soil Science* 13, 61-67.
- Pantami, S. A., Voncir, N., Babaji, G. A. and Mustapha, S. (2010). Effect of Burning On Soil Chemical Properties in the Dry Sub-Humid Savanna Zone of Nigeria. *Researcher*, 2 (7)
- Purnell, M.F. (1988). Methodology and Techniques for land use planning in the tropics. *Soil survey and land Evaluation*. 8: 9-22
- Salako, F.K. (2010). Development of Isoerodent maps for Nigeria from Daily rainfall amount. *Geoderma* (Accepted)
- Salako, F.K., Dada, P.O., Adejuyigbe, C.A. and Williams, O.E. (2007b). Soil strength and maize yield after topsoil removal and application of nutrient amendments on a gravelly Alfisol toposequence. *Soil and Tillage Research* 94: 21 - 35
- Shittu, O.S. and Fasina, A.S. (2004). Comparative effect of different residue management on maize at Ado-Ekiti, Nigeria. *Journal of Sustainable Agriculture (USA)* 28 (2): 41-54.
- Smyth, A. J. and Dumanski, J. (1995). A framework for evaluating sustainable land management. *Can. J. Soil Sci.* 75:401406.
- Tian, G. Kang, B.T., Kolawole, G.O. Idinoba, P. and Salako, F.K. (2005). Long- term effects of fallow systems and lengths on crop production and soil fertility maintenance in West Africa. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 7: 139-150.

Envasement des principales rivières au Parc national de Gonarezhou au Zimbabwe: une perspective de conservation

Edson Gandiwa¹ et Patience Zisadza-Gandiwa²

Résumé

Le présent article met l'accent sur l'envasement dans les principaux fleuves de l'écosystème du Grand Gonarezhou, les impacts potentiels de ce problème sur la conservation de la faune sauvage et les options pour son atténuation dans le sud-est du Zimbabwe. Des données ont été recueillies à travers des observations sur le terrain entre 2005 et 2013 et une étude bibliographique a été menée. Les résultats montrent que les trois principales rivières, notamment la Mwenezi, la Runde et la Save dans le Parc national de Gonarezhou sont très envasées. La principale cause de l'envasement est attribuée à la dégradation des terres occasionnée par les activités anthropiques. Des stratégies pour minimiser l'envasement, y compris des approches de gestion intégrée du bassin fluvial et d'utilisation durable des terres sont suggérées.

Introduction

À l'échelle mondiale, les écosystèmes d'eau douce sont menacés par les activités anthropiques et les changements climatiques (Magadza, 1994 ; Mantyka-Pringle et al., 2014; Midgley et Bond, 2015). En particulier, de mauvaises pratiques d'affectation des terres ont entraîné une érosion accrue des sols qui a engendré l'envasement des principales rivières. (Ananda et Herath, 2003 ; Kiddane et Alemu, 2015). L'envasement des principales rivières a des implications adverses pour la biodiversité, les écosystèmes, les moyens d'existence et les dimensions économiques (Dudgeon, 2000 ; Schuyt, 2005). Ainsi, il est important de comprendre l'étendue de l'envasement de ces cours d'eau pour développer des stratégies de protection des écosystèmes d'eau douce. Au fil des ans, le Parc national de Gonarezhou (GNP) dans le sud-est du Zimbabwe a été le site d'un envasement accru de ses principales rivières. Toutefois, les données à long terme sur l'envasement ne sont pas disponibles et cela rend nécessaire une analyse temporelle et spatiale de ces rivières afin de déterminer l'état et les tendances historiques de l'envasement. Le présent article a pour but d'améliorer notre compréhension de l'envasement des principales rivières, des impacts potentiels de l'envasement sur la conservation de la faune sauvage, et suggère des options pour la réduction du problème de l'envasement dans le Grand écosystème du Gonarezhou.

Méthodes

Zone d'étude

Cette étude met l'accent sur le GNP (~5 050 km²), situé dans le lowveld (basses terres) du sud-est du Zimbabwe (Fig. 2), entre 21° 00'-22° 15' S et 30° 15'-32° 30' E. Établi au début des années 1930 comme Réserve cynégétique, le GNP a été promu au statut de Parc national dans le cadre de la Loi de

1975 sur les Parcs et la Faune sauvage. Le GNP fait partie de la Zone de conservation transfrontalière du Grand Limpopo au sein de laquelle des aires de conservation au Zimbabwe, Mozambique et en Afrique du sud ont été fusionnées en une seule zone. Le parc a un climat semi aride avec une pluviométrie annuelle à long terme d'environ 466 mm et est doté d'une grande diversité d'espèces fauniques (Gandiwa et Zisadza, 2010) et d'une végétation de savane dominée par la forêt claire de mopane (*Colophospermum mopane*) (Gandiwa, 2011). Trois grandes rivières traversent le parc, notamment la Mwenezi (57 km), la Runde (77 km) et la Save (32 km) (Gandiwa et al., 2012; Zisadza-Gandiwa et al., 2013).



Fig. 1. Situation géographique du Parc national de Gonarezhou montrant les principales rivières dans le sud-est du Zimbabwe. Source: Gandiwa et al. (2012b)

Collecte et analyse des données

Les données ont été recueillies au moyen d'observations sur le terrain au sein de l'écosystème du Grand Gonarezhou entre 2005 et 2013, et une revue des ouvrages scientifiques publiés sur le travail effectué au GNP a été menée. Les données ont été analysées qualitativement et présentées suivant les principaux thèmes relatifs aux impacts potentiels de l'envasement sur l'écosystème et la conservation de la faune sauvage de Gonarezhou.

¹Edson Gandiwa, PhD, Professeur et Doyen général, École de la faune sauvage, de l'écologie et de la conservation, Université Chinhoyi de la Technologie, Private Bag 7724, Chinhoyi, Zimbabwe. Cellulaire: +263 773 490 202;

Courriel: edson.gandiwa@gmail.com et egandiwa@cut.ac.zw
²Patience Zisadza-Gandiwa, MSc, Coordonnatrice internationale - Zone de conservation transfrontalière du Grand Mapungubwe, Unité des Zones transfrontières de conservation, Autorité de gestion des parcs et de la faune sauvage du Zimbabwe, P. O. Box CY 140, Causeway, Harare, Zimbabwe. Cellulaire: +263 772 916 988; Courriel: pgandiwa@zimparcs.co.zw et patience.gandiwa@gmail.com

Résultats et discussion

Statut des principales rivières au Parc national de Gonarezhou

Les trois principales rivières au Parc national de Gonarezhou (Mwenezi, Runde et Save) sont très envasées (Fig. 2). Les observations sur le terrain ont montré que les rivières Runde et Save ont un débit continu tout au long de l'année tandis que la Rivière Mwenezi est caractérisée par de grands bassins isolés durant les périodes les plus sèches de l'année.



Fig. 2a. Rivière Mwenezi



Fig. 2b. Rivière Runde



Fig. 2c. Rivière Save

Fig. 2. Statut de l'envasement des trois principales rivières dans le Parc national de Gonarezhou dans le sud-est du Zimbabwe, septembre 2012. Photos courtoisie de : P. Zisadza-Gandiwa et Projet de conservation de Gonarezhou.

Causes de l'envasement

L'envasement des principales rivières au GNP est essentiellement causé par les activités humaines en amont, y compris des activités agricoles inappropriées telles que la culture sur les bords des rivières, le manque de courbes de niveau dans les champs agricoles, le surpeuplement animal qui engendre le surpâturage, l'expansion des habitations, la perte du couvert végétal en raison des feux incontrôlés, et l'abattage anarchique des arbres et la destruction des terres humides à des fins agricoles. En outre, les processus naturels tels que l'érosion laminaire et l'altération contribuent également à l'envasement des principales rivières au GNP. Cependant, il est possible que la contribution des processus naturels à l'envasement soit infime par rapport à celle des influences anthropiques. La dégradation des terres a été identifiée comme la cause de l'envasement et par conséquent de la réduction des ressources en eaux de surface (Magadza, 1984). L'envasement est également courant dans d'autres rivières plus petites au sein du GNP comme démontré par l'envasement du barrage de Benji, principalement en raison de l'érosion qui a probablement été aggravée par la concentration animale autour des sources d'eau, et la perte du couvert végétal due aux feux et aux herbivores (Tafangenyasha, 2997).

Impacts potentiels de l'envasement sur les écosystèmes et la conservation de la faune sauvage

En amont et en aval du GNP, les trois principales rivières jouent un rôle important pour les populations locales (ex. approvisionnement en eau potable, jardinage), la production agricole (ex. plantations de canne à sucre), la fourniture d'eau pour le bétail et les activités économiques telles que l'aquaculture. Toutefois, l'envasement accru des trois principales rivières a un impact néfaste direct sur les services et/ou activités écosystémiques mentionnés. Également, la perte des sols dans les zones communales adjacentes dégrade les terres, les rendant moins productives et aggravant la vulnérabilité des populations locales aux événements extrêmes tels que les sécheresses et les inondations. Étant donné que les ressources en eau sont partagées avec les pays voisins dans la Zone de conservation transfrontalière du Grand Limpopo, il est important d'améliorer la gestion intégrée du bassin fluvial (Gandiwa et al., 2012a) et de réduire la perte des sols et l'envasement des rivières dans l'intérêt des moyens d'existence et de la conservation de la faune sauvage dans la région.

L'envasement des principales rivières du GNP a un impact négatif sur la santé fluviale dans la mesure où le reste des eaux vives sont vulnérables à une pollution accrue provenant des plantations de canne à sucre en amont puisque le limon agit comme un véhicule pour certains pesticides et phosphates qui affectent la vie aquatique en aval à travers l'accumulation de nutriments et un oxygène dissous réduit. L'accumulation de sédiment fin dans les rivières du GNP étouffe le lit de la rivière et tue les invertébrés et les œufs de poissons, entraînant une baisse de la reproduction et/ou des pertes inévitables de la biodiversité aquatique. En outre, la réduction du débit et de la taille du bassin a des implications négatives sur les populations d'hippopotames (*Hippopotamus amphibius*) et de crocodiles (*Crocodylus niloticus*) le long des principales rivières (O'Connor et Campbell, 1986 ; Zisadza et al., 2010 ; Zisadza-Gandiwa et al., 2013). La forte concentration d'espèces fauniques dans et autour des grands bassins restants, peut entraîner des luttes entre les animaux pour les territoires, par exemple parmi les hippopotames, et certains des animaux se déplaceront vers les sections des rivières en dehors du parc, engendrant ainsi des conflits entre l'homme et la faune puisque ces espèces sont considérées comme 'problématiques' dans la zone, du fait qu'elles saccagent les cultures et tuent les gens.

D'autres implications négatives de la perte des plus grands bassins occasionnée par l'envasement incluent une réduction des opportunités d'observation de la faune sauvage pour les espèces animales, moins d'opportunités pour la pêche de loisir, et la disparition des espèces préférant l'eau vive. Ces implications auraient des impacts économiques préjudiciables dans la mesure où la zone deviendra moins attrayante pour les touristes. D'un autre côté, les grands bassins restants peuvent facilement devenir des hauts lieux pour la pêche illégales (Gandiwa et al., 2012b) et également la chasse illicite de la faune sauvage puisque celle-ci se concentrera dans les zones arrosées, surtout durant la saison sèche. La concentration de la faune sauvage dans ces zones entraîne également un surpâturage et une érosion accrue qui à leur tour empirent le problème de l'envasement.

Le débit réduit le long des principales rivières a une influence directe sur la répartition des espèces de la faune sauvage et l'utilisation de l'habitat dans la mesure où les animaux se concentrent habituellement près des sources d'eau et donc cela entraîne une dégradation localisée de l'habitat de certaines communautés végétales, en particulier par l'activité des éléphants (*Loxodonta africana*) (Gandiwa et al., 2011). Un envasement accru aura probablement des impacts directs sur la disponibilité de l'eau de surface dans le parc puisque les principales rivières, les bassins d'eau naturelle, et deux barrages sont les principales sources d'eau pour la faune sauvage dans le parc. Le plan actuel de gestion du GNP décourage l'approvisionnement artificiel en eau dans le parc pour encourager la régulation naturelle des populations d'espèces fauniques (ZPWMA, 2011).

La perte des grands bassins pourrait également avoir un impact néfaste sur les activités culturelles telles que la Saïla (campagne annuelle du poisson) au cours desquelles les populations locales se réunissent et s'adonnent à la pêche durable dans certains des plus grands bassins. Les perspectives de développement des festivals relatifs aux produits du tourisme culturel ne se matérialiseront pas si les tendances actuelles d'envasement ne sont pas gérées. En outre, la dispersion de la faune sauvage changera en fonction de la disponibilité et de la distribution de l'eau de surface. Aussi, ces changements provoquent des réactions en chaîne sur la chasse sportive dans les zones communales adjacentes dans le cadre du Programme d'aménagement communautaire régional des ressources indigènes (CAMPFIRE).

Conclusion

Le présent article montre que les principales rivières au GNP sont fortement envasées en grande partie à cause de la dégradation des terres provoquée par les activités anthropiques en amont. En raison des défis potentiels que les changements climatiques auront sur la zone d'étude (Gandiwa et Zisadza, 2010), il est donc important d'être proactif pour ce qui est des moyens de minimiser l'envasement dans les principales rivières du GNP. Par conséquent, les recommandations suivantes sont suggérées

- Promouvoir des approches de gestion durable des terres en amont des principales rivières traversant le parc, par exemple en décourageant la culture dans le lit des rivières et l'extraction minière illégale le long des rivières et de leurs bassins versants;
- Améliorer la gestion intégrée des bassins fluviaux;
- Renforcer les campagnes de sensibilisation et d'éducation sur les moyens de minimiser la dégradation des terres;
- Améliorer les systèmes de surveillance de la santé des rivières; et
- Assurer que le débit est continu en aval dans les bassins versants à l'aide de barrages afin d'assurer un fonctionnement ininterrompu de l'écosystème au sein de la zone protégée.

Références

- Ananda, J. and Herath, G. (2003). Soil erosion in developing countries: a socio-economic appraisal. *Journal of Environmental Management*, 68(4): 343-353.
- Dudgeon, D. (2000). Large-scale hydrological changes in Tropical Asia: prospects for riverine biodiversity. *BioScience*, 50(9): 793-806.
- Gandiwa, E. and Zisadza, P. (2010). Wildlife management in Gonarezhou National Park, southeast Zimbabwe: Climate change and implications for management. *Nature & Faune*, 25(1): 101-110.
- Gandiwa, E. (2011). Importance of dry savanna woodlands in rural livelihoods and wildlife conservation in southeastern Zimbabwe. *Nature & Faune*, 26(1): 60-66.
- Gandiwa, E., Magwati, T., Zisadza, P., Chinuwo, T. and Tafangenyasha, C. (2011). The impact of African elephants on *Acacia tortilis* woodland in northern Gonarezhou National Park, Zimbabwe. *Journal of Arid Environments*, 75(9): 809-814.
- Gandiwa, E., Gandiwa, P., Sandram, S. and Mpfu, E. (2012a). Towards integrated river basin management: A case study of Gonarezhou National Park, Zimbabwe. *Nature & Faune*, 27(1): 70-75.
- Gandiwa, E., Zisadza-Gandiwa, P., Mutandwa, M. and Sandram, S. (2012b). An assessment of illegal fishing in Gonarezhou National Park, Zimbabwe. *E3 Journal of Environmental Research and Management*, 3(9): 0142-0145.
- Kidane, D. and Alemu, B. (2015). The effect of upstream land use practices on soil erosion and sedimentation in the upper Blue Nile Basin, Ethiopia. *Research Journal of Agriculture and Environmental Management*, 4(2): 055-068.

- Magadza, C.H.D. (1984). An analysis of siltation rates in Zimbabwe. *Zimbabwe Science News*, 18(6): 63-64.
- Magadza, C.H.D. (1994). Climate change: some likely multiple impacts in Southern Africa. *Food Policy*, 19(2): 165-191.
- Mantyka-Pringle, C.S., Martin, T.G., Moffatt, D.B., Linke, S. and Rhodes, J.R. (2014). Understanding and predicting the combined effects of climate change and land use change on freshwater macroinvertebrates and fish. *Journal of Applied Ecology*, 51(3): 572-581.
- Midgley, G.F. and Bond, W.J. (2015). Future of African terrestrial biodiversity and ecosystems under anthropogenic climate change. *Nature Climate Change*, 5(9): 823-829.
- O'Connor, T.G. and Campbell, B.M. (1986). Hippopotamus habitat relationships on the Lundi River, Gonarezhou National Park, Zimbabwe. *African Journal of Ecology*, 24(1): 7-26.
- Schuyt, K.D. (2005). Economic consequences of wetland degradation for local populations in Africa. *Ecological Economics*, 53(2): 177-190.
- Tafangenyasha, C. (1997). Should Benji Dam be dredged? A preliminary impact assessment to dredging a water reservoir in an African national park. *Environmentalist*, 17(3): 191-195.
- Zisadza-Gandiwa, P., Gandiwa, E., Jakarasi, J., van der Westhuizen, H. and Muvengwi, J. (2013). Abundance, distribution and population trends of Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*) in Gonarezhou National Park, Zimbabwe. *Water SA*, 39(1): 165-169.
- Zisadza, P., Gandiwa, E., Van Der Westhuizen, H., Van Der Westhuizen, E. and Bodzo, V. (2010). Abundance, distribution and population trends of hippopotamus in Gonarezhou National Park, Zimbabwe. *South African Journal of Wildlife Research*, 40(2): 149-157.
- ZPWMA (2011). (Zimbabwe Parks and Wildlife Management Authority) Gonarezhou National Park Management Plan: 2011-2021. Zimbabwe Parks and Wildlife Management Authority, Harare.

Étude comparative de la production de variétés de maïs tolérantes des sols à faible teneur en azote, avec ou sans engrais en République démocratique du Congo

Jean Pierre Kabongo Tshiabukole¹, Pongi Khonde, Kankolongo Mbuya, Jadika Tshimbombo, Kasongo Kaboko, Badibanga Mulumba, Kasongo Tshibanda et Tony Muliele Muku

Résumé

Afin de déterminer la rentabilité de la production des variétés de maïs tolérantes des sols à faible teneur en azote, une étude a été menée au Centre de recherche de Mvuazi. Sept variétés à faible teneur en azote (faible-N) ont été comparées avec deux variétés locales avec ou sans engrais. Les analyses statistiques ont démontré des différences notables entre les variétés ($P < 0,05$) dans les deux conditions (avec et sans engrais). Le rendement moyen avec engrais était plus élevé que le rendement sans engrais. Les variétés LNTP-W C4 et LNTP-Y C7 ont enregistré les rendements les plus élevés, respectivement 7142,8 kg/ha et 7120,5 kg/ha avec engrais, par rapport à 5960,9 kg/ha et 3625,6 kg/ha sans engrais. Le coût de production d'un kilo de grains sans engrais était de 213,52 Francs congolais (FC) par rapport à 216,79 FC avec engrais. La marge bénéficiaire brute sans engrais était de 286,48 FC par rapport à 283,21 FC avec engrais. Ces résultats montrent que l'utilisation de variétés à faible-N peut améliorer la productivité des sols pauvres en éléments nutritifs dans les fermes agricoles tout en minimisant le coût de production.

Introduction

En Afrique, les rendements du maïs dans les fermes agricoles varient de 1 à 2 t ha⁻¹, en contraste avec les rendements de 5-7 t ha⁻¹ rapportés dans les stations de recherche des pays développés [7], et dans les fermes commerciales de ces pays. Les rendements faibles sont dus aux sols pauvres en éléments nutritifs [3] et aux coûts élevés des intrants [2].

Plusieurs études ont démontré que 30-50 kg/ha d'engrais NPK combiné avec 5 t/ha d'engrais organique (fumure) produisent des rendements de grains proches de ceux de 100-120 kg/ha avec l'azote minéral uniquement [6]. La seule contrainte associée à l'utilisation de cette technologie est la disponibilité de quantités adéquates de fumure. Plusieurs études ont montré qu'il existe des génotypes de maïs qui peuvent utiliser de manière efficace l'azote du sol [10]. Ces génotypes peuvent améliorer la productivité des sols pauvres en azote et minimiser l'utilisation d'engrais chimique, et ainsi accroître les marges bénéficiaires brutes. L'objectif de cette

étude était de comparer la productivité des cultivars tolérants faibles en azote en termes de leurs rendements en grains, et le coût de production correspondant dans le but de minimiser l'usage des engrais dans les fermes agricoles.

Matériels et méthodes

L'étude a été menée au Centre de recherche de l'INERA à Mvuazi en République démocratique du Congo (470 m d'altitude, 14°54'E et 5°21'S). Les grains ont été semés à un espacement de 75 cm x 50 cm. Deux grains ont été plantés par poquet en deux rangées longues de 5 m sous deux conditions différentes : sans engrais et avec engrais. Les engrais étaient le NPK 17-17-17 (250 kg/ha pendant le semis) et 60 kg/ha d'urée (46% N) les 15^{ème} et 30^{ème} jours après le semis. Sept cultivars à faible-N de l'Institut international de l'agriculture tropicale (IITA), notamment les BR99 TZL Comp 4 DMSRSR (V1), BR 9928-DMRSR LN C1(V2), LA POSTA SEQUIA C6 (V5), LNTP-W C4(V6), LNTP-Y C7(V7), TLZ COMP 1 C6 LN C1(V8), TZPB Prol C4(V9) et deux cultivars locaux (V3 et V4) ont été comparés. Un dispositif en blocs complets aléatoires a été utilisé à cet effet. Seuls les rendements en grains et les marges bénéficiaires ont été déterminés. La variance du modèle linéaire général a été analysée et des différences significatives de jusqu'à 5% ont été observées.

Résultats

Les rendements étaient supérieurs avec engrais que sans engrais pour toutes les variétés (Tableau 1). L'analyse de la variance a démontré une différence notable ($P < 0,05$) entre les cultivars dans les deux cas. Lorsque l'engrais a été appliqué, les rendements les plus élevés ont été enregistrés pour V6 et V7 bien que ces rendements ne soient sensiblement supérieurs statistiquement qu'avec V1, V4 et V9. Il est très important de noter le très bon rendement du V6 sans engrais. Il a en fait produit un rendement sans engrais supérieur aux rendements de six des autres cultivars avec engrais. V5 et V7 ont également produit des rendements acceptables sans engrais. Ces résultats montrent l'importance de sélectionner des cultivars appropriés pour lesquels l'engrais est disponible et d'autant plus lorsque l'engrais n'est pas disponible.

¹Jean Pierre Kabongo Tshiabukole* (Auteur correspondant), Programme national maïs (INERA Mvuazi/Bas-Congo), Institut national pour la recherche agricole (INERA), B.P. 2037, Kinshasa/Gombe, République démocratique du Congo. Courriel: jpkabon2005@gmail.com Tel.: 243 (0)815992827.

Tableau 1. Rendements des grains de maïs avec et sans engrais

Variétés	Rendement (kg/ha)	
	AVEC	SANS
V1	6,393.4±703.8 bc	2,239.1±544.4 a
V2	3,813.4±254.3 a	1,439.5±644.2 a
V3	3,551.2±420.8 a	2,001.4±661.2 a
V4	5,675.9±85.3 bc	2,244.4±642.3 a
V5	4,886.3±1,796.3 ab	3,105.01±503.9 ab
V6	7,142.8±198.6 c	5,960.9±1,643.2 b
V7	7,120.5±226.3 c	3,625.6±584.4 ab
V8	4,972.01±449.9 ab	1,472.2±384.2 a
V9	5,000.4±388.5 ac	2,038.9±104.9 a

Les marges bénéficiaires par hectare obtenues avec les neuf cultivars de maïs sont très révélateurs (Tableau 2). Les coûts de production étaient de 213,52 FC sans engrais et de 216,79 FC avec engrais. Le maïs s'est vendu à 500 FC par kg (1 USD = 950 FC). La plus grande marge bénéficiaire par hectare a été obtenue avec V6 sans engrais, suivie de près par V6 et V7 avec engrais et de V1.

Tableau 2. Marges bénéficiaires (brutes) pour neuf cultivars de maïs avec ou sans engrais

Cultivars	AVEC		SANS	
	Vente (milliers de FC/ha)	Bénéfice (milliers de FC/ha)	Vente (milliers de FC/ha)	Bénéfice (milliers de FC/ha)
V1	3196.7	2084.7	1119.5	637.1
V2	1906.7	794.7	719.8	237.3
V3	1775.6	663.6	1000.7	518.2
V4	2838.0	1725.9	1122.2	639.7
V5	2443.2	1331.2	1552.6	1070.1
V6	3571.4	2459.4	2980.5	2498.0
V7	3560.3	2448.3	1812.8	1330.3
V8	2486.1	1374.1	736.1	253.6
V9	2500.2	1388.2	1019.4	537.0

Discussion et conclusion

Plusieurs études sur la sélection végétale dont le but était d'accroître le rendement sur les sols à faible teneur en azote ont été menées sur le maïs tropical [4]. Les résultats de notre étude indiquent que l'utilisation des proportions requises d'engrais accroît les rendements de manière appréciable pour toutes les variétés utilisées. Les différences entre les diverses variétés étaient très grandes tant avec, que sans engrais. Sans engrais, le rendement le plus élevé a été enregistré pour la variété V6 et ce rendement était même supérieur au rendement de la majorité des autres variétés avec engrais. V6 et V7 ont été retenus particulièrement en raison de leur dite capacité à tolérer les sols à faible azote [9]. Les plantes sont catégorisées en plantes C3 ou C4 en fonction de leur voie de photosynthèse. Les plantes C4 sont des plantes très efficaces, entre autres dans l'utilisation de l'azote. Le maïs est une plante C4 mais pas un exemple parfait. Certains cultivars sont de meilleurs exemples de C4 que d'autres. Dans la présente étude, les cultivars ayant un total de cycles correspondant à C4, c'est-à-dire, étant de meilleurs exemples de C4 tels que V6 et V7, ont enregistré les rendements les plus élevés où l'engrais n'a pas été appliqué, V6 et V7 produisant également les rendements les plus élevés où l'engrais a été appliqué. Ces résultats sont en harmonie avec ceux d'Ajala et al. (2007) [1] et de Menkir et al. (2006) [8]. Selon Bertin et Gallais (2000) [5], la différence de production entre les rangées de maïs dans leur étude était due aux différences dans leur capacité à absorber l'azote de manière efficace.

Références

- Ajala, S.O. Menkir, A., Kamara, A.Y. Alabi, S.O., Abdulai, M.S. 2007. Breeding strategies to improve maize for adaptation to low soil nitrogen in West and Central Africa. African Crop Science Conference Proceedings Vol. 8. pp.87-94
- Azeez, J.O. and Adetunji, M.T. (2007). Nitrogen-use efficiency of maize genotypes under weed pressure in a tropical alfisol in Northern Nigeria. *Tropicultura* 25 (3): 174-179.
- Badu-Apraku, B., Menkir, A., Ajala, S., Akinwale, R., Oyekunle, M. and Obeng-Antwi, K. (2010). Performance of tropical early-maturing maize cultivars in multiple stress environments. *Canadian Journal of Plant Science* Vol. 90:831-852.
- Baenziger M, Edmeades G O, Lafitte HR. 1999. Selection for drought tolerance increases maize yield across a range of nitrogen levels. *Crop Sci* 39: 1035-1040
- Bertin, P & Gallais, A. 2000. Physiological and genetic basis of nitrogen use efficiency in maize I. Agrophysiological results. *Maydica* 45, 53-66.
- Carsky, R.J & Iwuafor, E.N.O. 1999. Contribution of soil fertility research and maintenance to improve maize production and productivity in sub-Saharan Africa. Pp 3-20.
- Fakorede, M.A.B., Badu-Apraku, B., Kamara, A.Y., Menkir, A. and Ajala, S.O. (2003). Maize revolution in West and Central Africa: An overview. Proceedings of a Regional Maize Workshop, IITA-Cotonou, Republic of Benin, 14-18
- Menkir, A., Ajala, S.O., Kamara, A.Y. & Meseka, S.K. 2006. Progress in breeding tropical maize for adaptation to sub-optimal soil nitrogen at IITA. Paper presented at 42nd Illinois Corn Breeder's School, Champaign, Illinois, March 6 to 7, 2006.
- Ogunniyan, D. J., Olakojo, S. A. 2014. Genetic Variability of Agronomic Traits of Low Nitrogen Tolerant Open-Pollinated Maize Accessions as Parents for Top Cross Hybrids. *Journal of Agriculture and Sustainability* ISSN 2201-4357 Volume 6, Number 2, 2014, 179-196
- Oikeh, S.O. 1996. Dynamics of soil nitrogen in cereal based cropping systems in the Nigerian savanna. Ph.D. dissertation. Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria. 1194pp.

Effets du labour zéro avec paillage sur le rendement du bananier des hautes terres de l'Afrique de l'est intercalé avec le haricot à Mulungu, dans l'est de la République démocratique du Congo

Tony Muliele Muku¹

Résumé

L'objectif de la présente étude a été d'évaluer l'effet du labour zéro avec paillage sur le rendement du bananier des hautes terres de l'Afrique de l'est (*Musa AAA-EA*) dans les systèmes de cultures intercalaires de bananier et de haricot. Deux traitements ont été comparés : le labour manuel conventionnel (LMC) avec exportation des résidus des cultures (= T0), et le labour zéro (LZ) avec paillage des résidus de bananier (= T1). Le poids du régime a été évalué à partir de 15 plants par répétition de traitement à travers 4 cycles de culture. Le rendement du bananier ($t\ ha^{-1}\ cycle^{-1}$) a été calculé sur la base du poids moyen de régime et de la densité de plantation (2.500 plants ha^{-1}). Le traitement et le cycle de culture ont eu des impacts importants sur le rendement du bananier. Pour tous les cycles de cultures, le traitement T1 a eu des rendements supérieurs avec en moyenne $42t\ ha^{-1}$ contre $36t\ ha^{-1}$ obtenus dans le traitement T0. Le rendement du bananier sous T1 s'est accru de 6,7, 8,1, 21,3 et 22,9% respectivement durant le premier, second, troisième et quatrième cycle. On peut en conclure que le LMC avec exportation des résidus de cultures a eu un impact négatif sur le rendement du bananier des hautes terres de l'Afrique de l'est, et doit être évité par les agriculteurs dont la préoccupation première est le rendement du bananier.

1. Introduction

Les systèmes de cultures intercalaires de bananier et de haricot sont courants dans la région du Sud-Kivu (République démocratique du Congo) et visent à accroître la productivité des cultures et à maximiser l'utilisation des terres. Au début de la saison culturale de haricot (septembre et février), le sol entre les rangées de bananier est labouré manuellement à une profondeur de 15-20 cm à l'aide d'une houe à main ou d'une fourche afin de préparer le lit de semis pour le haricot (Dowiya *et al.*, 2009 ; Muliele *et al.*, 2015). Les agriculteurs sont convaincus que le labour améliore le rendement de haricot, toutefois, il est possible qu'il endommage gravement le système racinaire superficiel du bananier et en conséquence affecte négativement sa productivité tout en augmentant la pression des nématodes (Muliele *et al.*, 2015).

Plusieurs études (ex. Blomme, 2000; Lassoudière, 1978) ont documenté le lien positif qui existe entre le poids du régime ou le rendement du bananier et la biomasse souterraine. Il est dès lors prévu que toute diminution de la biomasse racinaire entraîne une production réduite. Selon nos hypothèses donc, l'élagage des racines à la profondeur du labour deux fois par an au moyen d'un labour manuel conventionnel, et l'absence

d'une couverture du sol permanente auront des effets néfastes sur le rendement du bananier. Une étude a donc été menée sur le site de Mulungu et a comparé le labour manuel conventionnel (LMC) avec exportation des résidus des cultures et le labour zéro (LZ) avec paillage.

L'objectif de la présente étude était donc d'évaluer l'effet du labour zéro avec paillage sur le rendement du bananier des hautes terres de l'Afrique de l'est intercalé avec le haricot.

2. Matériaux et méthodes

L'étude a été menée à la station de recherche de Mulungu (2,335°S, 28,788°E, 1699 m au dessus du niveau de la mer), Sud-Kivu dans l'est de la République démocratique du Congo. Les sols sont des Nitisols (WRB, 2014), c'est-à-dire qu'ils sont très fertiles, développés sur des cendres volcaniques. Les propriétés de la couche superficielle du sol au site de l'étude sont présentées au Tableau 1. Le climat est du type Aw3, un climat tropical avec 3 mois de saison sèche (Peel *et al.*, 2007). Les précipitations annuelles moyennes varient entre 1500 - 1800 mm et la saison de croissance s'étend à plus de 325 jours par an (Muliele *et al.*, 2015).

L'expérimentation a débuté en avril 2008 sur un terrain préalablement sous traitement LMC pour la culture de patate douce (*Ipomoea batatas*). Un plan en bloc randomisé complet avec quatre traitements et quatre répétitions a été appliqué : Labour manuel conventionnel (LMC) avec exportation des résidus de cultures (= T0), labour zéro (LZ) avec auto-paillage (T1), LZ avec auto-paillage + paillis d'herbes de *Hyparrhenia diplandra* (T2) et LZ avec auto-paillage + paillis d'herbes de *Tripsacum laxum* (T3). L'auto-paillage consiste à laisser les résidus de cultures (bananier et haricot après la récolte) dans le champ. Les paillis externes (T2 et T3) ont été appliqués à la dose de $25\ t\ ha^{-1}$ de matière sèche (MS) à la première année, et $12,5\ t\ MS\ ha^{-1}$ à la deuxième année. Puisque les traitements de paillis externe (T2 et T3) n'ont pas affecté le rendement du bananier de manière significative durant les premier et second cycles, ils ont été abandonnés par la suite. Une seule application de paillis de résidus de bananier ($22\ t\ MS\ ha^{-1}$) a été appliquée dans les parcelles T1 uniquement à la plantation. Les parcelles T0 ont été labourées au début de chaque saison de culture de haricot (septembre et février) pour préparer le lit de semis. Le haricot de type nain a été semé dans tous les traitements à une densité de $250.000\ plants\ ha^{-1}$. Aucun engrais minéral ou fumier organique ni pesticide n'a été appliqué. Nous avons supposé que le haricot n'avait pas d'effet notable sur le rendement du bananier.

¹Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomiques (INERA), B.P. 2037, Kinshasa/Gombe, République démocratique du Congo. Téléphone: (+243) 85 315 88 22 ; Courriel: tonymuliele@yahoo.fr

L'étude a été menée à Mulungu dans la région du Sud-Kivu dans l'est de la République démocratique du Congo de 2008 à 2013.

Les rejets à feuilles lancéolées du cultivar local « Ndundu » (AAA-EA banane à bière) ont été plantés à des intervalles de 2m x 2m (2.500 plants ha⁻¹). Les pratiques culturales consistaient à éliminer les drageons en surnombre, retirer les bourgeons mâles et à sarcler. Le poids du régime a été enregistré tout au long de quatre cycles consécutifs, et le rendement du bananier (t ha⁻¹) a ensuite été calculé pour chaque cycle. Le rendement du haricot a été évalué durant six saisons culturales mais n'a pas été affecté par les traitements. L'analyse des données a été exécutée à l'aide du logiciel *Statistical Analysis System* (SAS 9.2 Enterprise Guide 4.2).

3. Résultats et discussion

Le Tableau 2 montre que le traitement T0 avait le plus faible rendement quel que soit le cycle de culture. L'analyse statistique a révélé une différence notable ($P < 0,05$) entre T0 et T1 durant le quatrième cycle. Le rendement plus faible du bananier sous le traitement T0 pourrait être essentiellement attribué aux dégâts mécaniques causés par le labour sur le système racinaire du bananier, et/ou le manque de couverture permanente du sol. Des différences de rendement entre T0 et T1 n'ont pu être liées à la fertilité du sol puisque les propriétés de la fertilité du sol n'étaient pas affectés par les traitements (Muliele *et al.*, 2015).

Le rendement plus faible du bananier dans le traitement T0 par rapport au traitement T1 durant le cycle 4 (Tableau 2) est conforme à la longueur et la biomasse racinaires plus faibles, et à la croissance végétale préalablement rapportée par Muliele *et al.*, (2015) pour la même expérimentation. Cela peut confirmer la relation forte existant entre le système racinaire

du bananier et la biomasse aérienne rapportée par plusieurs auteurs (ex. Blomme, 2000; Lassoudière, 1978). Muliele *et al.*, (2015) ont rapporté que le renouvellement du système racinaire du bananier à la suite du labour prend plusieurs mois. Ainsi, si le LMC se pratique durant la phase de floraison ou de formation des fruits qui est une période critique pour l'absorption d'eau et de nutriments, une absorption plus faible de l'eau et des nutriments due à un système racinaire réduit, pourrait affecter négativement la performance du bananier. Une augmentation graduelle de la différence du rendement du bananier entre les traitements T0 et T1 à travers les cycles de culture (6,7-22,9%) pourrait indiquer une augmentation du stress avec un nombre accru de cas de labour.

Le rendement le plus faible a été observé durant le premier cycle (33t ha⁻¹, moyenne de tous les traitements) par rapport aux autres (37-39t ha⁻¹). Pour le bananier (*Musa* spp.), plusieurs études (ex. Njuguna *et al.*, 2008) ont rapporté un rendement plus faible durant le premier cycle par rapport à ceux des cycles suivants en raison d'un établissement amélioré de la plante durant les cycles suivants le premier cycle. Nous en concluons que le LMC avec exportation des résidus de cultures au sein des systèmes de culture intercalaire bananier-haricot avait des impacts négatifs sur le rendement du bananier. Afin d'accroître le rendement du bananier des hautes terres de l'Afrique de l'est, les agriculteurs doivent adopter les systèmes LZ. Des observations supplémentaires sont nécessaires et doivent viser à tester les effets des systèmes labour zéro sur le rendement du bananier dans d'autres zones de production du bananier dans les hautes terres de l'Afrique de l'est.

Tableau 1. Propriétés physico-chimiques du sol de surface (0-20 cm) au site de Mulungu. Les valeurs sont des moyennes ± erreur standard.

Propriétés du sol	Valeurs
Ntotal(%)	0,42±0,01
Ctotal(%)	5,15±0,15
Ca échangeable (cmolckg ⁻¹)	18,98±0,75
Mg échangeable (cmolckg ⁻¹)	4,47±0,19
K échangeable (cmolckg ⁻¹)	1,23±0,16
P assimilable (mg kg ⁻¹)	86,39±4,24
pH (H2O)	6,3±0,04
Texture	Argile

Source: Muliele *et al.* (2015). N_{total}: azote total, C_{total}: carbone organique total.

Tableau 2. Rendement du bananier ($t\ ha^{-1}$) sous divers systèmes de labour du sol. Les valeurs sont des moyennes \pm erreur standard ($n=4$)

Cycles des cultures	Traitements			
	T0	T1	T2	T3
C1	30,1 \pm 1,8a	32,1 \pm 1,9a	33,7 \pm 2,5a	35,0 \pm 2,0a
C2	46,8 \pm 3,7a	50,6 \pm 3,2a	49,1 \pm 4,3a	51,0 \pm 4,6a
C3	35,5 \pm 4,2a	43,1 \pm 1,7a	Ne	Ne
C4	33,6 \pm 2,5a	41,3 \pm 1,8b	Ne	Ne
Moyenne totale	36	42	41	43

Ne : Non effectué. Les moyennes (comparaison horizontale) avec les mêmes lettres ne sont pas substantiellement différentes ($P=0,05$)

Remerciements

L'auteur remercie la DGDC, Belgique qui, à travers le CIALCA (Consortium pour l'amélioration des moyens d'existence basés sur l'agriculture en Afrique centrale) a financé une partie de cette étude. Il remercie également Madame Cécile Diaka pour le financement de la collecte des données supplémentaires.

Références

Blomme G. 2000. The interdependence of root and shoot development in banana (*Musa* spp.) under field conditions and the influence of different biophysical factors on this relationship. Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium, p 183.

Dowiya N.B., Rweyemamu C.L., Maerere A.P. 2009. Banana (*Musa* spp. Colla) cropping systems, production constraints and cultivar preferences in Eastern Democratic Republic of Congo. *Journal of Animal and Plant Sciences* 4: 341-356.

Lassoudière A. 1978. Quelques aspects de la croissance et du

développement du bananier 'Poyo' en Côte d'Ivoire. Le système radical. *Fruits* 33: 314-338.

Muliele M.T., van Asten P.J.A., Biielders C.L. 2015. Short- and medium-term impact of manual tillage and no-tillage with mulching on banana roots and yields in banana-bean intercropping systems in the East African Highlands. *Field Crops Research* 171: 1-10.

Njuguna J., Nguthi F., Wepukhulu S., Wambugu F., Gitau D., Karuoya M. and Karamura D. 2008. Introduction and evaluation of improved banana cultivars for agronomic and yield characteristics in Kenya. *African Crop Science Journal* 16: 35-40.

Peel M.C., Finlayson B.L., McMahon T.A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences* 11: 1633-1644.

WRB (IUSS Working Group). 2014. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports* No. 106. FAO, Rome.

Efficiences agro-économique de la fertilisation minérale et biologique des haricots sur les ultisols des hautes-terres dans l'est de la République démocratique du Congo

Audry Muke Manzekele^{1*}, Lunze Lubanga¹, Telesphore Mirindi¹, Benjamin Wimba¹, Katcho Karume², Solange Kazi², Sospeter Nyamworo³, Moses Tenywa⁴, Josaphat Mugabo⁵, Robin Buruchara⁶, Oluwole Fatunbi⁷, et Adewale Adekunle⁸

Résumé

L'occupation permanente des terres par les cultures intensives (haricot, maïs et manioc) a entraîné des réductions drastiques des rendements agricoles à l'est de la RD Congo. Une étude menée durant deux saisons consécutives de croissance culturale a démontré l'efficacité agro-économique de la fertilisation minérale et biologique des haricots induite par quelques options disponibles et adaptées aux conditions locales de fertilisation. En comparaison avec le témoin, NPK (120 kg ha⁻¹) indique une amélioration des rendements de 57 à 95% et un rapport valeur/coût (RVC) de 1,5 et 4,46 respectivement durant la première et la deuxième saison de croissance culturale. Le fumier de ferme (10 tonnes/ha) a amélioré les rendements de 90 à 95%. Une combinaison de fumier de ferme (5 t/ha⁻¹) et de NPK (60 kg/ha⁻¹) a accru les rendements de plus de 100% et indique un RVC de 1,3 et 1,64 respectivement durant la première et la seconde saison de croissance culturale. Il est par conséquent possible d'améliorer la production de haricots dans les hautes-terres de l'Est de la RDC et les investissements sont amortis après deux saisons de croissance culturale, produisant des bénéfices en termes de production agricole et de revenus.

Introduction

La faible fertilité du sol fait partie des facteurs limitant le rendement dans les régions des hautes-terres productrices de haricots à l'Est de la République démocratique du Congo (RDC). Il s'est avéré que les principaux problèmes relatifs à la fertilité du sol sont la faible disponibilité du phosphore (P) et de l'azote (N) et l'acidité du sol associée à la toxicité de l'aluminium (Al) (Lunze *et al.*, 2002). Au vu de ces contraintes, le fumier de ferme et l'application de compost sont les pratiques les plus répandues dans les petites exploitations (Musungayi *et al.*, 1990). Pour que ces pratiques soient efficaces dans la production de haricot (*Phaseolus vulgaris* L.), il faut que ces engrais soient bien décomposés (Gurung et Neupane, 1988). En outre, de grandes quantités doivent être appliquées (Lunze 1990; Ngongo et Lunze, 2000) et elles ne sont pas accessibles à la majorité des petits planteurs de haricots (Thung et Rao, 1999). Selon Vanlauwe *et al.* (2010), ces technologies doivent être basées sur leur pertinence dans le contexte local inhérent à l'environnement biophysique et socioéconomique des agriculteurs. Dans cette étude, nous évaluons l'efficacité agro-économique du fumier de ferme local appliqué seul ou en association avec l'engrais minéral.

Méthodologie

L'étude a été menée sur les Ultisols des hautes-terres de la région de l'Est de la RD Congo où les sols ont une texture argileuse (limon argileux-sableux), un pH faible, une faible saturation en bases et des teneurs relativement fortes en C organique (Pypers *et al.*, 2010). Pour accroître la production de haricot, le NPK ou le fumier local ont été appliqués à des taux respectifs de 120 kg/ha⁻¹ et de 10 t/ha⁻¹ en dose unique juste avant la plantation. À Mulungu seulement, une combinaison de 60 kg/ha⁻¹ NPK plus 5 t/ha⁻¹ de fumier a également été appliquée comme dose unique au moment de la plantation. Les expériences ont été menées sur trois sites, notamment, à la station de recherche de Mulungu et dans les champs des agriculteurs à Mulengeza et Kashusha. Les traitements ont été appliqués dans un plan en blocs aléatoires complets (RCBD) avec huit paysans choisis au hasard dans chaque site. Les données ont été recueillies sur le rendement du haricot et soumises à une analyse de la variance afin d'évaluer l'effet de chaque traitement à l'aide du logiciel GenStat 3^{ème} Édition. Les effets des différents traitements ont été comparés en calculant l'écart-type le plus faible (LSD). La signification de la différence a été évaluée au seuil de P=0,05. Les analyses agro-économiques consistant au calcul du rapport valeur-coût (RVC) et l'efficacité agronomique (EA) de l'élément nutritif clé (le phosphore (P) pour les haricots) ont été effectuées sur le site de Mulungu où tous les trois traitements fertilisants ont été appliqués. Il s'agit là d'un exemple d'étude de cas pour montrer l'importance d'effectuer ces types d'analyses.

¹Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique. Mulungu, DS Bukavu, République démocratique du Congo.

*Audry Muke Manzekele (Auteur correspondant), Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique. Mulungu, DS Bukavu, République démocratique du Congo.

Courriel: audrymuke@gmail.com
Tel.: +243 997 720 745

²Katcho Karume and Solange Kazi. Goma Volcano Observatory, Department of Geochemistry and Environment. 142 Monts Goma, Goma, North-Kivu Democratic Republic of the Congo

³Sospeter Nyamworo,
Courriel: s.nyamworo@cgiar.org,
Tel.: +256 758 545 408,
International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), Uganda,
P. O. Box 6247, Kampala, Uganda

⁴Moses Tenywa,
Courriel: tenywavamakooma@yahoo.com,
Makerere University, College of Agricultural and Environmental Sciences, P. O. Box 7062, Kampala, Uganda

⁵Josaphat Mugabo,
Courriel: mugabojosa@yahoo.fr,
Rwanda Agricultural Board, P. O. Box 5016, Kigali, Rwanda

⁶Robin Buruchara,
Courriel: r.buruchara@cgiar.org,
Tel.: +254 718 000 986,
International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), Africa Office,
P. O. Box 823-00621, Nairobi, Kenya

⁷Fatunbi Oluwole, ofatunbi@faraafrica.org, Forum for Agricultural research in Africa (FARA) PMB CT 173, Accra, Ghana

⁸Adewale Adenokunle, w.adenokunle@gmail.com, Office of the President. The State House, Gambia.

Les calculs ont été faits comme suit :

$$RVC = (Y_2 - Y_1) \mu / x \text{ Équation (1)}$$

Où : Y_2 = rendement (kg) produit dans la parcelle traitée, Y_1 = rendement produit (kg) dans la parcelle témoin, $(Y_2 - Y_1)$ = rendement supplémentaire (kg) dû au traitement, μ = prix d'1 kg du produit et x = coût de l'engrais.

$$EA = (Y_2 - Y_1) / y \text{ Équation (2)}$$

Où : $(Y_2 - Y_1)$ est comme mentionné plus haut et y = quantité (kg) de P appliqué.

Résultats et discussion

1. Effets du traitement sur le rendement du haricot

À **Mulungu**, les rendements étaient plus élevés durant la seconde saison que durant la première saison. Les rendements durant la première saison ont augmenté de 57% et 91% par rapport au témoin, lors de l'application respective du NPK (120 kg/ha) ou du fumier local (10 t/ha), tandis que la combinaison de 5 t/ha de fumier et 60 kg/ha de NPK a augmenté le rendement de 164%, c'est-à-dire un rendement 2,64 fois supérieur que celui du témoin (Tableau 1). La dernière combinaison a également donné un rendement statistiquement plus élevé que ceux obtenus avec des taux élevés du NPK ou du fumier appliqués individuellement. Le fumier seul était légèrement, mais pas notablement, mieux que le NPK durant les deux saisons. Durant la seconde saison, tous les traitements ont accru les rendements à plus de 100% par rapport au témoin, l'augmentation avec la combinaison NPK+fumier local étant de 170%.

Tableau 1: Effet des engrais biologiques et minéraux sur les rendements du haricot au site de Mulungu durant deux saisons consécutives

Traitement	Rendement du haricot (kg/ha)		
	Saison 1	Saison 2	Cumulatif
Control	432.69a	500a	932.69a
NPK (120 kg/ha ⁻¹)	678.42ab	1065.10b	1743.52b
FYM (10 t/ha ⁻¹)	827.99b	1229.17cb	2057.16bc
NPK (60kg/ha ⁻¹) + FYM(5 t/ha ⁻¹)	1143.16c	1351.56c	2494.72c
LSD	244.3	273.3	465.9
CV (%)	15.9	16.7	12.8

Les moyennes suivies des mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas sensiblement différentes au niveau de $p=5\%$

À **Kashusha**, les rendements étaient également plus élevés durant la seconde saison que durant la première où le NPK ou le fumier a été appliqué (Tableau 2). À Kashusha le NPK et le fumier ont plus que doublé le rendement par rapport au témoin non fertilisé durant la première saison. Durant la seconde saison, le fumier a accru le rendement à plus de trois fois celui du témoin dans ce sol à faible rendement, tandis que le NPK a presque quadruplé le rendement du témoin. Durant la première saison, le fumier a légèrement mieux produit que le NPK, tandis que le NPK a produit légèrement mieux que le fumier durant la seconde saison. Les rendements cumulatifs avec le NPK et le fumier étaient presque les mêmes après deux saisons.

Tableau 2: Effet des engrais biologiques et minéraux sur les rendements du haricot au site de Kashusha durant deux saisons consécutives

Traitement	Rendement du haricot (kg/ha)		
	Saison 1	Saison 2	Cumulatif
Control	299.58a	272.44a	572.02a
NPK (120kg ha^{-1})	637.50b	1025.64b	1663.14b
FYM (10t ha^{-1})	677.8b	913.46b	1591.26b
LSD	164.7	313.5	527.5
CV (%)	28.4	9.9	33.6

Les moyennes suivies des mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas sensiblement différentes au niveau de $p=5\%$

À Mulengeza, les rendements étaient également plus élevés durant la seconde saison que durant la première (Tableau 3). Durant la première saison, le NPK a produit beaucoup plus que le double du témoin, tandis que le fumier a eu un rendement trois fois plus élevé. Durant la seconde saison, le NPK a eu un rendement supérieur au double de celui du témoin, tandis que le fumier a également accru le rendement de manière sensible. Durant cette saison, le rendement du NPK a été statistiquement plus élevé que celui du fumier. Le NPK a eu un rendement cumulatif quelque peu supérieur, mais pas statistiquement plus important que le fumier au cours des deux années.

Tableau 3: Effet des engrais biologiques et minéraux sur les rendements du haricot au site de Mulengeza durant deux saisons consécutives

Traitement	Rendement du haricot (kg/ha)		
	Saison 1	Saison 2	Cumulatif
Témoin	273,33a	462,07a	735,4a
NPK (120 kg ha^{-1})	696,25b	1089,74c	1785,99b
Fumier (10 t ha^{-1})	814,17b	806,62b	1620,79b
LSD	373,2	196	455,8
CV (%)	36,3	11	22,2

Les moyennes suivies des mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas sensiblement différentes au niveau de $p=5\%$

2. Analyses des rapport valeur-coût (RVC) et l'efficience agronomique (EA) pour le site de Mulungu

Ces analyses ont été effectuées comme un exemple d'étude de cas pour montrer l'importance de ces types d'analyse. Il faut garder à l'esprit que les résultats de ces analyses sont uniques pour chaque cas, parce que les coûts des différents intrants et les prix de vente des produits diffèrent largement entre les différentes zones et aussi entre les saisons dans la même zone. Il faut garder à l'esprit qu'un RVC de 1,0 est le seuil de rentabilité. En d'autres termes, lorsque le RVC est supérieur à 1,0 il est rentable d'appliquer l'engrais, mais s'il est inférieur à 1,0 l'application de l'engrais occasionne une perte. Dans l'exemple présent, le NPK et NPK+fumier durant la première saison ont donné des valeurs supérieures à 1,0 qui étaient du même ordre, la combinaison étant légèrement inférieure (Tableau 4). Cela malgré le fait que la combinaison a donné un rendement supérieur à 70% au NPK seulement, étant statistiquement sensiblement supérieur (Tableau 1). Le fumier seul a donné une valeur RVC largement inférieure à 1,0. En d'autres termes, ça n'était pas une option économiquement viable, malgré le fait qu'elle ait donné un rendement supérieur à 22% au rendement du NPK seul. Durant la seconde saison, le NPK seul a donné un RVC très élevé de 4,46. Le RVC pour la combinaison était du même ordre que durant la première saison mais était largement inférieur à celui du NPK seul.

Cela malgré le fait que la combinaison a donné un rendement supérieur à 30%, statistiquement très supérieur au NPK seul. Le NPK seul a donné une valeur RVC inférieure à 1,0. Du point de vue économique, le coût très élevé des intrants de la fumure organique par rapport au coût beaucoup plus modéré des intrants pour l'engrais inorganique (NPK), était un facteur économique important. Le fumier faisant partie de l'engrais combiné a clairement restreint la rentabilité de la combinaison malgré son bon rendement. C'est l'inverse de la situation généralement perçue en Afrique. Cela est dû au nombre réduit de têtes de bétail dans la zone d'étude à la suite de deux décennies de guerres incessantes caractérisées par le pillage des animaux par les miliciens et les soldats de l'armée régulière. À cause de cela, il était difficile pour les agriculteurs de la région d'obtenir de la fumure biologique en quantité suffisante.

Les différences de RVC n'étaient pas liées à l'efficacité économique du P dans les engrais (Tableau 4). Le NPK, l'engrais le plus rentable, a les valeurs EA les plus faibles. Durant la première saison, il n'était pas statistiquement inférieur au fumier de ferme mais était plus faible en pourcentage. L'engrais combiné a donné des valeurs EA excellentes durant les deux saisons. Durant la première saison, il était de loin supérieur aux autres. Durant la seconde saison, il n'était pas statistiquement sensiblement meilleur, mais était quand même supérieur à 49% au NPK seul.

Tableau 4: Rentabilité et efficacité agronomique de l'engrais NPK inorganique et du fumier de ferme pour les haricots

Traitement	Paramètres d'efficacité économique et agronomique			
	Saison 1		Saison 2	
	RVC	EA	RVC	EA
NPK (120 kg/ha)	1,50	12,05	4,46	28,26
FYM (10 t/ha)	0,45	19,76	0,65	35,74
<u>NPK (60 kg/ha) + fumier (5 t/ha)</u>	1,37	47,36	1,64	42,16
LSD	0,9ns	18,6*	1,56*	16,92ns
CV (%)	36,1	30,2	40,1	27,6

LSD: Écart-type le plus faible. Ns: non important. *LSD important à $P \leq 0,05$

Les traitements tels qu'effectués dans cette étude ont eu des effets importants sur la production. Les taux marginaux des rendements observés ont rejoint la valeur minimale de 118% (CIMMYT, 1998). Les analyses d'économie au site de Mulungu montrent que 1 USD investi dans les engrais produit 0,5 USD et 3,46 USD respectivement durant la première et la seconde saison. En fait, les bénéfices sur investissement dans les engrais peuvent être obtenus en dépit du prix élevé des engrais dans la zone qui est plus du double du prix au Kenya et en Ouganda (Pypers et al., 2010). Les analyses économiques montrent que lorsque le RVC est supérieur à 1,0, il est rentable d'appliquer l'engrais, mais s'il est inférieur à 1,0 en raison de la mauvaise qualité de la technologie (Sebahutu, 1988), l'application de l'engrais occasionne une perte. Makinde et al. (2007) ont démontré cela dans des systèmes de culture intercalaire du manioc et des légumineuses, augmentant les bénéfices net de 700 USD ha⁻¹ en moyenne (rapport valeur/coût de l'utilisation de l'engrais = 6,7). Toutefois, dans cette étude de cas, le bénéfice de l'utilisation du fumier local requiert de très grandes quantités qui sont hors de prix pour la majorité des planteurs de haricots qui sont de petits exploitants comme indiqué plus haut en raison de l'insécurité régnant dans la région suite aux guerres répétitives des deux décennies écoulées dans l'est de la RD Congo. Ajei-Nsiah et al. (2007) ont conseillé que les technologies soient adaptées aux besoins et aux ressources accessibles aux groupes cibles de paysans.

Conclusion

L'étude démontre la possibilité d'accroître la production d'haricot dans les ultisols des hautes-terres de l'Est de la République démocratique du Congo et l'importance des analyses économiques. L'étude démontre aussi que les résultats des analyses économiques sont uniques pour chaque cas, parce que les coûts de divers intrants et les prix de vente des produits diffèrent largement entre les différentes zones et également entre les différentes saisons dans la même zone. L'utilisation du fumier local n'accroît pas réellement les rendements des haricots, ni n'améliore les bénéfices probablement en raison de la mauvaise qualité et du prix exorbitant de la modification. Considérant les conditions socio-économiques des producteurs d'haricots dans la zone d'étude, la combinaison de l'engrais minéral et du fumier local à un taux faible pourrait avoir des avantages, mais ne peut pas

simplement remplacer la fertilisation minérale (NPK), parce qu'elle a des rendements élevés. Les méthodologies sont par conséquent nécessaires pour stimuler l'acceptation par les paysans locaux, et peuvent inclure le temps réduit de l'application des engrais. Bien que l'engrais inorganique produise le plus grand bénéfice, une meilleure compréhension des conditions dans lesquels le fumier local (disponible) est obtenu peut permettre un meilleur ciblage et une meilleure adaptation des technologies afférentes.

Références

- Adjei-Nsiah, S., Kuyper, T.W., Leeuwis, C., Abekoe, M.K., Giller, K.E., 2007. Evaluating sustainable and profitable cropping sequences with cassava and four legume crops: effects on soil fertility and maize yields in the forest/savannah transitional agro-ecological zone of Ghana. *Field Crop. Res.* 103, 87-97.
- CIMMYT, 1988. From Agronomic Data to Farmer Recommendations: An Economic Training Manual. Completely revised edition. CIMMYT, Mexico D.F., 1998, pp. 63-71.
- Gurung, G.B. and Neupane, R.K. 1988. An estimate use of farm yard manure/compost in field crops in Koshi Hills. PAC Working Paper, No 23.
- Lunze L., 1990. Possibilité de gestion des sols au Sud-Kivu montagneux: Rapport annuel de l'Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique/Mulungu. Décembre 1990.
- Lunze, L., 2000. Possibilités de Gestion de la fertilité de sol Au Sud-Kivu Montagneux. Cahiers du CERPRU No. 14, pp. 23-26.
- Lunze, L., Kimani, P.M., Ndakidemi, P., Rabary, B., Rachier, G.O., Ugen, M.M. & Nabahungu, L., 2002. Selection of bean lines tolerant to low soil fertility conditions in Africa. *Bean Improvement Cooperative, BIC Volume 45*, pp. 182-183
- Makinde, E.A., Saka, J.O., Makinde, J.O., 2007. Economic evaluation of soil fertility management options on cassava-based cropping systems in the rain forest ecological zone of South Western Nigeria. *Afr. J. Agric. Res.* 2, 7-13.
- Musungayi, T., L. Sperling, W. Graf et L. Lunze. 1990. Enquêtes diagnostiques de la zone de Walungu. Zone d'action de la femme solidaire pour le développement du Bushi. PNL-INERA-Mulungu, DS Bukavu, République Démocratique du Congo.
- Ngongo, M. et L. Lunze. 2000. Espèces d'herbe dominante comme indice de la productivité du sol et de la réponse du haricot commun à l'application du compost. *African Crop Science Journal* 8(3): 251-261.
- Pieter Pypers, Jean-Marie Sanginga, Bishikwabo Kasereka, Masamba Walangululu, Bernard Vanlauwe. 2010. Increased productivity through integrated soil fertility management in cassava-legume intercropping systems in the highlands of Sud-Kivu, DR Congo
- Sebahutu, A. 1988. Résultats de la recherche sur la fertilisation du haricot au Rwanda. In : Actes du 4ème Séminaire Régional sur l'amélioration du haricot dans la Région des Grands Lacs, 21-25 November 1988. Bukavu (Zaire). CIAT African Workshop Series, No.9. pp. 81-89.
- Vanlauwe, B., Bationo, A., Chianu, J., Giller, K.E., Merckx, R., Mokwunye, U., Ohiokpe-hai, O., Pypers, P., Tabo, R., Shepherd, K., Smaling, E., Woomer, P.L., Sanginga, N., 2010. Integrated soil fertility management - operational definition and consequences for implementation and dissemination. *Outlook Agric.* 39, 17-24

Propriétés physico-chimiques des sols sous les plantations de palmier à huile de divers âges

Sebastian Wisdom Brahene¹, Emmanuel Owusu-Bennoah² et Mark K. Abekoe³

Résumé

L'élimination du couvert forestier pour la culture de palmier à huile a donné lieu à des préoccupations, en particulier à la suite des questions et discussions tournant autour des changements climatiques et de leurs effets. La nature inadaptée des résidus de l'élagage du palmier ne permet pas de les utiliser comme paillis dans toute la plantation. Ils sont plutôt entassés à certains endroits des plantations. L'objectif de cette étude est d'examiner les changements dans certaines des propriétés physiques et chimiques des sols sous les plantations de palmier à huile au fil du temps, dans l'est du Ghana. Des plantations de palmier à huile de divers âges (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, et 20-25 ans) ont été choisies sur la base des histoires similaires de leurs sols. Les sites retenus étaient situés sur la pente de fond de la Série de sols d'Oda (Endoaquent aérique). Dans la même plantation, deux échantillons différents ont été prélevés : premièrement sous les allées, et deuxièmement sous les amas de branches élaguées. Un site de référence (non cultivé) également situé sur la Série de sols d'Oda a été sélectionné dans une réserve forestière et utilisé comme témoin. Les analyses granulométriques ont montré que tous les sols étaient des limons sableux. Tous les sols étaient acides avec un pH inférieur à 5,5, une CEC relativement faible et un faible pourcentage de saturation en bases. Les valeurs de densité apparente variaient avec l'âge et la profondeur. Les sols sous les élagages avaient des densités apparentes relativement plus faibles que celles sous les allées. La teneur en azote dépendait largement de la teneur en C puisqu'elle était dérivée de la minéralisation de la matière organique qui servait de principale source d'approvisionnement en N en l'absence des intrants externes.

Introduction

Pour satisfaire la demande croissante en aliments et autres services, l'agriculture a dû subir une certaine transformation (Serpantié, 2003). Dans l'est du Ghana, des interventions ont débouché sur la production de diverses cultures de rente telles que le cacao, le caoutchouc, le café, etc. au lieu des cultures vivrières, en raison des sols extrêmement acides et infertiles, très érodés et fortement lessivés de cette zone. Au titre des cultures arbustives de grande valeur, le palmier à huile a été adopté et cultivé par les petits agriculteurs et d'autres agences privées et le gouvernement. La production de palmier à huile a été documentée comme étant une cause de dommages graves et souvent irréversibles à l'environnement naturel. Clay (2004) a rapporté que les impacts négatifs du palmier à huile sur l'environnement incluent la déforestation et la perte d'habitat des espèces gravement menacées d'extinction et une augmentation

sensible des émissions de gaz à effet de serre (Bates *et al.*, 2008). Il a également été soutenu que le palmier à huile épuise les éléments nutritifs du sol sans pour autant les remplacer. Toutefois, durant la culture du palmier à huile, les planteurs de palmier à huile locaux ont élagué et entassé les frondes de palmier (feuilles) entre les rangées de plantes. La plupart de ces planteurs n'ajoutent aucun intrant externe à leurs plantations. Il a été observé que l'entassement des frondes de palmier ajoute de la matière organique au sol. Cette matière s'est avérée jouer un rôle vital dans le maintien de la matière organique du sol (SOM) et du cycle des éléments nutritifs dans la plupart des petits et grands systèmes d'exploitation du palmier à huile sous les Tropiques (McNeil *et al.*, 1997 ; Cadisch *et al.*, 2002b). Cette pratique de gestion par les exploitants est un moyen potentiel de contribuer au C du sol sous le palmier à huile. Du point de vue agro-écologique, la matière organique et sa principale composante, le carbone, jouent un rôle crucial dans le fonctionnement de ces écosystèmes. En fait, ils affectent les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols qui influencent la croissance des plantes (Batjes, 2001 ; Feller *et al.*, 2001). Il est donc nécessaire d'évaluer la qualité du sol sous les petites plantations de palmier à huile avec une référence spéciale à l'élagage et à l'entassement des frondes de palmier dans les plantations afin d'évaluer l'avantage de cette pratique de gestion sur les propriétés du sol. Les objectifs de la présente recherche étaient d'évaluer les propriétés physiques et chimiques des sols sous les amas de résidus dans les plantations de palmier à huile déjà établies aux âges variés et d'examiner la dynamique (les changements) du sol au fil du temps en dessous des amas de frondes dans ces plantations.

Matériels et méthodes

Les plantations privées de palmier à huile appartenant aux agriculteurs locaux dans le District de Kwabebirim dans la Région Est du Ghana ont été sélectionnées avec un sol de référence (sol forestier non cultivé) pris du Centre de recherche sur les cultures forestières et horticoles⁴ à Okumaning dans le même district. Ces plantations de palmier à huile étaient à divers niveaux de maturité et comprenaient des plantations très jeunes d'environ trois mois et des plantations dont l'âge pouvait atteindre vingt-cinq ans. L'échantillonnage des plantations a débuté avec la création de cinq groupes selon l'âge de la plantation de palmier à huile dans laquelle les divers champs ont été regroupés.

¹Sebastian Wisdom Brahene. Bureau régional pour l'Afrique, Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, P. O. Box GP 1628 Accra. Ghana.

Tél: (233) 302 675000 Poste. 42209.

Cellulaire: (233) 277 146372; Fax: 233 302 668 427,

Courriel: Sebastian.Brahene@fao.org et wisneb@yahoo.com

²Emmanuel Owusu-Bennoah, Maître d'enseignement, Département des sciences du sol. Université du Ghana, Legon.

Tel.: +233-24 4772257 Courriel: eobennoah@ucomgh.com

³Mark K. Abekoe, Maître d'enseignement Département de pédologie, Université du Ghana, Legon Tel.: +233-27 7683576

Courriel: K_abekoe@ug.edu.gh

⁴Forest and Horticultural Crops Research Centre en anglais.

Quinze champs au total ont été retenus pour l'échantillonnage, dont trois représentaient chaque groupe d'âge comme répliques. Les échantillons de sol ont été prélevés à une profondeur de 0-10 cm et de 10-20 cm. Les divers groupes d'âge considérés étaient 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 et 20-25 ans. Le prélèvement a été précédé du marquage d'une zone de 25 m x 25 m. Ces parcelles de prélèvement contenaient à la fois des rangées de palmier à huile et des frondes de palmier élaguées et entassées entre les rangées de palmiers. Les sondes ont été enfoncées dans le sol pour recueillir des prélèvements en place dans les allées et sous les tas de branches pour l'analyse de la densité apparente. Le prélèvement sous les résidus a été fait soigneusement, surtout sous les anciens tas puisqu'il fallait différencier la couche supérieure de la matière en décomposition se trouvant juste au dessus. Les sols des endroits échantillonnés dans chaque champ, ont été mis ensemble pour obtenir un prélèvement composite. Un sous-échantillon a été pris, séché à l'air, écrasé et tamisé à l'aide d'un tamis à 2 mm et traité pour les analyses en laboratoire. Les propriétés déterminées incluaient : la densité apparente, l'analyse granulométrique (Bouyoucos Hydrometer, Day (1965)), pH (CaCl₂) (Électrométrie), Carbone organique (*oxydation par voie humide*, Walkley et Black (1934)), Azote total (*Kjeldahl Digestion*, Bremner (1960)), Bases échangeables et CEC (1M Solution d'ammonium acétate au pH de 7,0). Genstats (12^{ème} édition) et Minitab (16^{ème} édition) ont été utilisés pour les analyses par ordinateur. L'écart des moyens a été effectué à l'aide de la méthode de la Différence significative faible, surtout le test de Tukey de l'écart des moyens dans Minitab. Tous les tests ont été effectués à un niveau d'importance de 5%.

Résultat et discussion

Les propriétés physico-chimiques des sols sont présentées dans les Tableaux 1 et 2.

L'élagage et l'entassement des frondes de palmiers débutent à partir de cinq ans et marquent donc le début d'une dynamique distincte de celle de la tranche d'âge de 0 à 5 ans. Les prélèvements de 0 à 5 ans permettent de faire la comparaison entre la référence et le site cultivé juste après le défrichage.

Les analyses granulométriques ont montré que la texture de tous les sols était limon sableuse. Les différences mineures observées dans la texture peuvent être attribuées aux différences spatiales entre les sols avec moins de variation associée à la culture. Une augmentation générale de la densité apparente avec la profondeur a été observée sous les résidus et les allées. Cela peut être attribué à l'augmentation de la teneur en argile avec la profondeur. Les valeurs de la densité apparente sous les résidus étaient relativement inférieures à celles des allées par suite de l'influence de la matière organique qui rendait les sols dans la couche de 0-10 cm relativement meubles par rapport à ceux de la couche de 10-20 cm où la teneur en matière organique était plus faible. La matière organique a joué un rôle clé dans l'amélioration des propriétés physiques du sol, contribuant ainsi à la stabilité

structurale (Schnitzer et Khan, 1975) comme démontré par les valeurs de la densité apparente sous les résidus (Tableau 1).

Les valeurs moyennes du pH n'étaient pas sensiblement différentes entre les couches de 0-10 cm et de 10-20 cm. Le pH du sol dans les allées des palmiers à huile était devenu plus faible que sous les frondes élaguées au fur et à mesure que les années passaient. Le sol forestier était acide. L'ouverture de la forêt a causé une augmentation supplémentaire de l'acidité (baisse du pH). Des résultats similaires ont été publiés par Nye et Greenland (1965) pour ce district. Le faible pH des sols peut être dû à la nature des matériaux parentaux et aux fortes pluies (généralement 2000 mm et plus) (Tweneboah, 2000) ce qui cause une lixiviation intense des cations basiques dans le sol forestier. Les faibles valeurs de pH impliquent la présence d'une surface colloïdale chargée positivement capable d'attirer les ions négatifs. Les différentes quantités de matière organique présentes à chaque site ont contribué à un pH légèrement plus élevé sous les résidus que dans les allées.

Le K échangeable dans le sol non cultivé à 0-10 cm de profondeur était supérieur aux divers groupes de sols de palmiers à huile tant dans les allées que sous les frondes des palmiers. À une profondeur de 10-20 cm le K échangeable est extrêmement faible dans les sols forestiers et des palmiers à huile. La tendance du Na échangeable semble être plus forte dans les sols des palmiers à huile tant dans les allées que sous les tas de frondes. Il est plus faible aux deux profondeurs pour tous les groupes de temps que dans le sol non cultivé. Le niveau du Na échangeable semble être trop faible pour causer des préoccupations concernant tout impact physique possible sur le sol. Comme montré dans les Tableaux 1 et 2, il est clair que le Ca échangeable a tendance à être plus faible dans les groupes de toutes les tranches d'âge des sols des palmiers à huile tant dans les allées et sous les tas de frondes que dans le sol forestier aux deux profondeurs spécifiées, surtout de 0-10 cm et est un peu plus faible dans les allées que sous les amas de frondes. Les données montrent que le Mg a clairement tendance à être plus élevé dans le sol non cultivé que dans les sols cultivés aux deux profondeurs. En général les valeurs échangeables de Mg avaient tendance initialement à s'accroître avec le temps tant dans les allées que sous les tas de frondes mais diminuaient régulièrement avec l'âge avancé de la plantation.

Les valeurs faibles enregistrées pour les cations basiques peuvent être dues à la faible teneur en matière organique et la fraction argileuse essentiellement kaolinique (Owusu-Bennoah *et al.*, 2000). Cela se reflète également dans le faible pourcentage de saturation en bases de moins de 30%. Le pourcentage de saturation en bases (PBS) du sol non cultivé a légèrement baissé avec la profondeur tandis qu'une augmentation générale a été observée sous les allées avec la profondeur. La tendance de l'âge de la plantation est quelque peu incohérente. Le faible PBS pourrait également s'expliquer par la forte pluviosité qui lixivie davantage de cations basiques de la couche superficielle, et la faible teneur en matière organique, affectant ainsi les valeurs de CEC.

Tableau 1. Propriétés physico-chimiques des sols sous les tas de frondés de palmiers à huile et du sol de référence (non cultivé)

No. BD	pH	K ⁺ g/kg	Na ⁺ Mg/m ³	0-10 cm		10-20 cm		OC	Mg ²⁺	CaCl ₂ (1:2)	CaCl ₂ (1:2)	OC	Mg ²⁺	CaCl ₂ (1:2)	OC	Mg ²⁺	CaCl ₂ (1:2)
				BD	pH	K ⁺ %	Na ⁺ g/kg										
1*	1,36a	4,8a	0,18c	18,5a	28,8a	1,44a	25,5d	1,46b	4,6a	0,05b	0,22b	2,4d	1,6c	16,5a	25,5a	0,53b	15,2a
2*	1,24c	4,0a	0,13a	15,6a	24,0a	1,87c	22,3c	1,48b	4,1a	0,08b	0,32ab	1,3c	0,7b	11,1a	21,3a	0,73b	11,0d
3*	1,34a	3,6a	0,11a	15,9a	17,1a	1,19a	14,6ae	1,43b	3,4a	0,07b	0,24b	1,3c	0,9b	12,2a	20,2a	0,70b	8,42b
4*	1,18c	4,7a	0,10a	17,5a	25,2a	1,23a	15,6a	1,40abe	4,9a	0,06b	0,36ab	1,8b	0,9b	14,5a	21,6a	0,72b	8,68b
5*	1,21c	4,0a	0,08a	18,8a	21,0a	1,32a	16,6a	1,36abe	4,0a	0,05b	0,27ab	1,7b	0,7b	14,0a	21,2a	0,96bd	10,8d
6*	1,15d	4,5a	0,10a	17,3a	24,6a	1,87c	22,3c	1,34ae	4,4a	0,06b	0,29ab	1,9b	0,9b	13,3a	23,1a	1,27d	13,1e

*1= Non cultivé; 2= 0-5 ans ; 3= 5-10 ans ; 4= 10-15 ans ; 5= 15-20 ans et 6= 20-25 ans. *BD= Densité apparente. **Texture du sol=** Limon sableux ; Les moyens sans la même lettre sont sensiblement différents

Tableau 2. Propriétés physico-chimiques des sols dans les allées des palmiers à huile et du sol de référence (non cultivé)

No. BD	pH	K ⁺ g/kg	Na ⁺ Mg/m ³	0-10 cm		10-20 cm		OC	Mg ²⁺	CaCl ₂ (1:2)	CaCl ₂ (1:2)	OC	Mg ²⁺	CaCl ₂ (1:2)	OC	Mg ²⁺	CaCl ₂ (1:2)
				BD	pH	K ⁺ %	Na ⁺ g/kg										
1*	1,36a	4,8a	0,18c	18,5a	28,8a	1,44a	25,5e	1,46b	4,6a	0,05b	0,22b	2,4b	1,6ac	16,5a	25,5a	0,53a	15,2c
2*	1,24c	4,0a	0,13a	15,6a	24,0a	1,87b	22,3f	1,48b	4,1a	0,08b	0,32ab	1,3a	0,7a	11,1a	21,3a	0,73b	11,02g
3*	1,36a	3,6a	0,08a	13,3a	13,6a	13,7a	14,9b	3,5a	0,05b	0,27b	1,3a	0,6a	13,6a	16,9b	0,70b	6,49b	
4*	1,33a	4,5a	0,11a	22,8a	15,2a	14,3a	14,4b	4,6a	0,06b	0,36ab	1,6a	1,1a	10,7a	28,8b	0,72b	6,83b	
5*	1,28d	3,9a	0,10a	16,6a	16,0a	16,9c	15,7e	3,5a	0,06b	0,32ab	1,4a	1,1a	14,9a	19,7b	0,88b	9,52d	
6*	1,35a	3,7a	0,13a	18,9a	13,7a	13,0a	15,2b	3,6a	0,06b	0,30ab	1,4a	0,7a	10,9a	21,8b	0,84b	8,68d	

*1= Non cultivé; 2= 0-5 ans ; 3= 5-10 ans ; 4= 10-15 ans ; 5= 15-20 ans et 6= 20-25 ans. *BD= Densité apparente. **Texture du sol=** Limon sableux ; Les moyens sans la même lettre sont sensiblement différents

Il y a eu une baisse sensible de l'OC Carbone Organique avec la culture du sol. Toutefois, au delà de 10 ans, il a été observé que l'OC s'est formé, surtout dans les 0-10 cm de profondeur dans les allées et sous les tas de frondes sauf que les valeurs observées sous les amas de frondes étaient légèrement élevées. Au delà de 20 ans, l'OC s'est accru soudainement dans les sols sous les amas tandis qu'il a baissé dans les sols des allées. L'élimination du couvert végétal forestier existant pour le palmier à huile produit suffisamment de biomasse qui lorsqu'elle n'est pas brûlée, est décomposée par les invertébrés (termites, vers de terre et scarabées) qui se nourrissent de la litière. Réduisant la litière en fine particules, ils accroissent la surface pour la décomposition bactérienne et fongique (MacKinnon et al., 1996) et représentent la différence entre les valeurs d'OC entre le groupe des sols non cultivés et ceux âgés de 0 à 5 ans. La forte teneur en OC des sols sous les résidus par rapport à ceux sous les allées, est due à la quantité, à l'emplacement, à la qualité et à l'action de la température et de l'humidité sur les élagages (Kirschbaum, 2000 ; Raich et Tufekcioglu, 2000). La tendance dans l'OC observée sous les élagages, était l'inverse de ce qui a été observé sous les allées où les frondes de palmiers entassés ont subi une décomposition rapide, surtout dans la tranche des 5-10 ans pour libérer les nutriments. Toutefois, au fur et à mesure que l'âge de la plantation avançait vers la tranche des 20-25 ans, le taux de décomposition a ralenti et la matière décomposée était protégée par les frondes qui la recouvraient. Il était donc courant de trouver des tas de différentes hauteurs selon l'âge de la plantation. Des observations similaires ont été faites au Bénin (Henson, 1999).

L'azote total variait avec la quantité de matière organique présente dans les sols de telle sorte qu'il augmentait en même temps que les changements des niveaux de matière organique correspondants. Toutefois, certaines exceptions ont été associées aux tranches d'âge des 0-5 et 20-25 ans non cultivés sous les résidus pour les deux profondeurs où les teneurs en N correspondantes ne semblaient pas correspondre aux fortes valeurs d'OC observées. Il est possible qu'une partie du N présent dans ces sols (sous les résidus) ait été immobilisée avec l'âge avancé de la plantation, certains étant protégés à l'intérieur des particules du sol (Davidson et Janssens, 2006). Le rapport C:N calculé a augmenté lorsque les augmentations de C n'étaient pas suivies d'ajouts de N et ce changement du rapport C:N a eu un potentiel effet notable sur les processus de minéralisation et d'immobilisation (Paterson, 2003). Les paysans sous les systèmes de production sont sensés maintenir les rapports C:N en dessous de 12 pour promouvoir les activités des micro-organismes du sol afin de libérer les éléments nutritifs. Les rapports C:N relativement plus faibles observés pour certaines tranches d'âge par rapport au reste sous les allées, ont favorisé la minéralisation de N et son turnover plus rapide (Cheng et al., 1996) avec des rapports C:N qui ont probablement ralenti l'activité microbienne tandis que la décomposition de N devenait un facteur limitant, surtout sous les élagages durant les périodes initiales (années) de décomposition des frondes de palmier. L'augmentation de C sous les élagages qui ne correspondait pas à l'augmentation de N, en particulier pour la

tranche des 20-25 ans, était en partie due aux différents taux de décomposition des deux éléments nutritifs de telle sorte que le C semblait se décomposer plus rapidement que le N.

Conclusion et recommandations

L'étude a conclu que l'épuisement des éléments nutritifs dans les champs de palmier à huile est possible puisqu'une réduction des CA, Mg et K a été observée avec la culture continue sans réapprovisionnement. Avec le temps, l'entassement des frondes de palmier a produit des avantages en termes de teneur en C mais n'a pas fourni suffisamment de C, Mg et K pour remplacer ce que les cultures ont utilisé. Les températures élevées ont hâté le taux de décomposition lorsque la libération des éléments nutritifs était plus rapide que leur absorption et utilisation immédiates par les plantes et ces nutriments étaient souvent lixiviés par les fortes pluies. L'effet bénéfique de l'ajout de matière organique a été noté lorsque les élagages ont amélioré la structure du sol au point où les valeurs de la densité apparente des sols sous les amas étaient relativement inférieures à celles dans les allées. Les densités apparentes plus élevées sous les allées pourraient être attribuées aux activités humaines telles que la marche durant la récolte et en partie à la faible teneur en C des sols. L'étude recommande que des recherches soient effectuées pour déterminer comment utiliser de manière efficace les branches élaguées comme compost à appliquer en cercles autour des palmiers à huile.

Références

- Bates, B.C., Kundzewicz, Z.W. Wu, S. and Palutikof, J.P. (Eds), (2008). Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.
- Batjes N.H. (2001). Options for Increasing Carbon Sequestration in West African Soils: An Explanatory Study with Special Focus on Senegal. Land degradation dev 12(2):131-142
- Bremner J.M., (1960). Determination of N in Soil by Kjeldahl Method. Journal of Agricultural Science, 55: 11-33.
- Cadisch, G., Ndufa, J.K., Yasmin, K., Mutuo, P., Baggs, E., Kaerthinghe, G. & Albrecht, A. (2000b). Use of Stable Isotopes in Assessing Belowground Contributions to N and Soil Organic Matter Dynamics. In: International union of Soil Science, The Soil and Fertiliser Society of Thailand, Ministry of Agriculture and Cooperatives of Thailand (Eds) 17th World Soil Science Conference 'Soil Science Confronting New Realities in the 21st Century'. International Soil Science Society, Bangkok, Thailand, CD-Paper No. 1165, pp. 1-10.
- Cheng, W.X., Zhang, Q.L., Coleman, D.C., Carroll, C.R. and Hoffman, C.A. (1996). Is Available Carbon Limiting Microbial Respiration in the Rhizosphere? Soil Biology & Biochemistry 28(10-11), 1283-1288.

- Clay, J. (2004). *World Agriculture and the Environment*. World Agriculture and the Environment, p. 219
- Davidson, E.A. & Janssens, I.A. (2006). Temperature Sensitivity of Soil Carbon Decomposition and Feedbacks to Climate Change. *Nature* 440, 165–173.
- Day P.R., (1965). Particle Fractionation and Particle Size Analysis. In: Black et al. (Eds) *Methods of Soil Analysis, Part I, Agronomy* 9: 545-567.
- Feller C., Albercht A., Blanchart E., Cabidoche Y.M., Chevalier T., Hartmann C. Ndandou J.F. (2001). Soil Organic Carbon Sequestration in Tropical Areas. General Considerations and Analysis of Some Edaphic Determinants for Lesser Antilles Soils. *Nutr cycling agroecosyst* 61(1-2):19-31
- Henson, I. (1999). *Comparative Ecophysiology of Oil Palm and Tropical Rain Forest*. Oil Palm and the Environment, Malaysian Oil Palm Growers' Council, Kuala Lumpur, 9-39.
- Kirschbaum, M.U.F. (2000). Will Changes in Soil Organic Carbon Act as a Positive or Negative Feedback on Global Warming? *Biogeochemistry* 48:21–51.
- MacKinnon, K., Hatta G., Halim H., & Mangalik A. (1996). *The Ecology of Kalimantan, The Ecology of Indonesia Series Volume III*. Periplus Editions (HK) Ltd.
- McNeil, A.M., Chunya, Z. & Fillery, I.R.P. (1997). Use of In-situ ¹⁵N Labeling to Estimate the Total Belowground Nitrogen of Pasture Legumes in Intact Soil-plant Systems. *Australian Journal of Agricultural Research* 8, 295-304.
- Nye, P.H. & Greenland, D.J. (1960). *The soil under shifting cultivation*. Commonwealth Bureau of Soils, Technical Communication 51. Commonwealth Agriculture Bureau; Farnham Royal.
- Owusu-Bennoah, E., Awadzi, T.W., Boateng, E., Krog, L., Breuning-Madsen, H. & Borggaard, O.K. (2000). Soil Properties of a Toposequence in the Moist Semi Deciduous Forest Zone of Ghana. *West African Journal of Applied Ecology* Vol. 1, 2000.p 1-10
- Paterson, E. (2003). Importance of Rhizodeposition in the Coupling of Plant and Microbial Productivity. *European Journal of Soil Science* 54 (4), 741–750.
- Raich, J.W. & Tufekcioglu, A., (2000). Vegetation and Soil Respiration: Correlations and Controls. *Biogeochemistry* 48:71–90.
- Schnitzer, M., & Khan, S. U. (1975). *Soil Organic Matter (Vol. 8)*: Elsevier Science.
- Serpentine G. (2003). *Persistence de la Culture Temporaire dans les Savannes Cotonnières d'Afrique de l'Ouest: Etude de cas au Burkina faso*. Doctorate de l'INA-PG- Agronomie, INA-PG, Paris, 321p
- Tweneboah C.K. (2000). *Modern Agriculture in the Tropics, with Special Reference to West Africa Cash Crops*. Co-Wood Publishers, pp 121-147.
- Walkley A. & Black C.A., (1934). An Estimation of the Degyjaeff Method of Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chronic Acid Titration Method. *Soil Science* 31: 29-38.

Utilisation de déchets de bois et de fumier de volaille compostés par voie aérobie comme fertilisant organique

Stephen Okhumata Dania¹, Lucy Eiremonkhale² et Margaret Iyabode Dania³

Résumé

Le fumier de volaille, les copeaux de bois et la sciure ont été compostés ensemble sous des conditions aérobies pendant une période de seize semaines. Les échantillons compostés ont été analysés pour déterminer leur teneur en nutriments, et pour isoler et identifier les champignons. Un compost aérobie d'1g a été dilué en série de 10^{-1} à 10^{-6} et les dilutions de 10^{-4} , 10^{-5} et 10^{-6} ont été mises en culture dans la Gélose dextrosée à la pomme de terre (PDA)⁴. Les champignons ont été identifiés grâce à leurs caractéristiques morphologiques et avec l'utilisation d'un photo-microscope électronique. Les champignons isolés étaient les suivants : *Aspergillus flavus*, *Aspergillus myzae*, *Aspergillus candidus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus ustus*, *Penicillium camemberti*, *Penicillium corylophilum*, *Penicillium enchiopicum*, *Penicillium aethiopicum*, *Penicillium oxalicum*, *Eurotium herbariorum* et les espèces de *Fusarium*. La teneur du compost en matière organique et en oligo-éléments était forte et ces derniers peuvent être utilisés pour enrichir le sol pour une production agricole maximale et durable. L'article discute donc de la grande variété de microbes qui effectuent la décomposition du matériel de compostage, soulignant le rôle d'un éventail de champignons. Plusieurs champignons sont reconnus comme étant particulièrement efficaces dans la décomposition des matériaux ligneux tels que les copeaux de bois. L'article présente un moyen de se débarrasser d'un mélange de produits problématiques de manière avantageuse.

Introduction

La menace que constitue les copeaux de bois et les sciures jetés autour des maisons, dans les rues, et sur les grandes voies, et les déjections de volaille provenant des poulaillers, nécessitent des moyens d'atténuer ces problèmes environnementaux. Cette situation a conduit à l'idée du compostage de ces déchets organiques puisque le compostage est un moyen de réduire le volume de déchets organiques et la pollution environnementale et aussi d'utiliser le matériel de manière profitable. Le compost est une source riche de matière organique qui joue un rôle important dans le maintien de la fertilité du sol. En plus d'être une source de nutriments, il améliore les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. En raison de ces améliorations que le compost apporte au sol, les cultures deviennent moins vulnérables aux stress, notamment la sécheresse, les maladies et la toxicité. Ces avantages se manifestent dans les situations d'agriculture réduite, de rendements plus élevés et de besoin plus faible d'utilisation des engrais inorganiques par les agriculteurs (Jambhekar, 2002).

Le fumier de volaille est un déchet organique composé d'excréments et d'urine. Le fumier de volaille est un excellent engrais à cause de sa forte teneur en nutriments, notamment l'azote (N), le phosphore (P), et le potassium (K). Le fumier est décomposé dans le sol et libère les nutriments pour l'absorption par la culture au moyen d'un processus appelé minéralisation (Jacobs *et al.*, 2003). Ces micro-organismes organiques sont nécessaires à la minéralisation. La décomposition des déchets organiques est facilitée par les bactéries et les champignons. Les champignons sont importants pour la décomposition des matières lignifiées telles que le bois (Gautam *et al.*, 2010). Dubey et Maheshwan (2005) ont rapporté que les champignons cellulitiques tels que *Aspergillus*, *Penicillium*, et *Trichodema* et *Trichurus* accélèrent le compostage pour un recyclage efficace des déchets avec un ratio C/N élevé, et pour réduire la période de compostage. Il est donc important de déterminer la teneur en nutriments du fumier de volaille, des copeaux et des sciures compostés. Il est nécessaire, pour l'intérêt de la science, d'identifier et de caractériser les microbes responsables de la décomposition des matières.

Matériels et méthodes

Matériels et procédures de compostage

Le compostage a été effectué à l'Université Ambrose Alli d'Ekpoma, dans l'État d'Edo au Nigéria. Le compost a été préparé en utilisant de la sciure et des copeaux de bois récupérés des scieries, du fumier de volaille obtenu des systèmes de cages en batterie et une couche superficielle du sol. Les matériels ont été mélangés suivant les ratios suivants : 20 kg de sciures séchées et de copeaux, 10 kg de fumier de volaille et 3 kg de couche superficielle. Les matériels ont été mélangés à l'eau dans un panier pour augmenter la quantité d'eau du sol (sur la base de la masse) à 50%, une marge appropriée pour les micro-organismes responsable de la décomposition (Wipo, 2011). Le mélange a été retourné chaque semaine pour assurer une bonne aération et le processus a été poursuivi pour une période de seize semaines. À la fin du compostage, un échantillon composite a été recueilli pour des analyses chimiques en laboratoire.

¹Dania Stephen Okhumata, Département de la pédologie, Faculté d'agriculture, Ambrose Alli University, PMB 14, Ekpoma, Edo State, Nigéria.
Courriel: megstedania@yahoo.com
Tél.: (234) 8034783383

²Eiremonkhale Lucy, Département de la pédologie, Faculté d'agriculture, Ambrose Alli University, PMB 14, Ekpoma, Edo State, Nigéria.
Courriel: eirelucy@yahoo.com

³Dania Margaret Iyabode, Auchi polytechnic, Auchi, Département de la technologie alimentaire, PMB 13, Edo State, Nigéria.
Courriel: megomo2013@gmail.com
Tél.: (234) 8060565347

⁴Abbrégé de l'anglais Potato Dextrose Agar

Analyses chimiques

Les analyses chimiques suivantes ont été effectuées sur le compost (pour déterminer sa valeur en tant que matière fertilisante) : le pH a été déterminé dans l'eau (ratio 1:1, sol:eau) (Bouyoucos, 1962). Le carbone organique a été déterminé à l'aide de la méthode de dichromate humide (Nelson et Sommer, 1975) et le phosphore disponible par la méthode d'extraction de Bray-1 (Anderson et Ingram, 1903). L'azote total a été déterminé par la méthode de Kjeldahl (Bremner et Mulvaney, 1982). Les cations échangeables (potassium, calcium et magnésium) ont été extraits par 1M d'ammonium acétate, le potassium a alors été déterminé à l'aide du photomètre à flamme tandis que le calcium et le magnésium ont été déterminés à l'aide du spectrophotomètre d'absorption atomique (IITA, 1979). Les micronutriments tels que le cuivre, le zinc, le fer et le manganèse ont également été déterminés (Lindsay et Norvell, 1978),

Isolement et identification des champignons

Isolement

Stérilisation

Les milieux de culture (Gélose dextrosée à la pomme de terre et eau saline) et l'équipement utilisé pour l'analyse ont été stérilisés pendant 15 minutes dans une Autoclave à 121°C.

Préparation du milieu de culture

Pour préparer la Gélose dextrosée à la pomme de terre (PDA), 16,38g de ce milieu ont été versés dans 420ml d'eau distillée et homogénéisée. Ce mélange a été autoclavé à une température de 121°C pendant 15 minutes avant d'y ajouter 0,03 g de chloramphénicol pour inhiber la croissance des bactéries. Les plaques ont été placées en triplicate.

Procédure d'isolement

Une quantité de 9g de chlorure de sodium a été versée dans 200 ml d'eau distillée et 9ml de la solution stérilisée par Autoclave pendant 15 minutes à une température de 121°C et laissé à refroidir. Des échantillons de compost de 1g ont été mis dans une solution de chlorure de sodium dans des éprouvettes, donnant une suspension de compost de 10^{-1} , et dilués en série de 10^{-1} à 10^{-6} . À partir des dilutions de 10^{-4} , 10^{-5} et 10^{-6} , des échantillons de 1ml ont été mesurés en six boîtes de Pétri contenant le milieu de culture.

Identification

Les isolats fongiques ont été identifiés sur la base de caractéristiques morphologiques et de cultures conventionnelles. La photo-microscopie électronique a également été utilisée pour peaufiner l'identification grâce à une visualisation des diapos avec un objectif 100x.

Résultats et discussion

La fabrication de compost est un moyen simple d'améliorer la fertilité du sol et de maintenir la production agricole, ainsi que de réduire la dépendance des agriculteurs envers les engrais minéraux. La composition chimique du compost était

largement dépendante de la composition des matières utilisées dans le mélange initial, toutefois, les concentrations réelles diffèrent nettement en raison des changements de la quantité de matière résiduelle. L'analyse du compost a montré qu'il est riche en nutriments minéraux et en matière organique (Tableau 1).

Le pH du compost était alcalin et des résultats similaires ont été rapportés par Albaladejo *et al.* (2009). Cela signifie donc que le compost peut être utilisé comme source de chaulage pour réduire l'acidité du sol. La teneur en matière organique du compost était élevée et, selon plusieurs auteurs, le compost est produit pour améliorer la teneur en matière organique d'un sol dégradé. Par conséquent, le compost est une ressource de matière organique capable d'améliorer les caractéristiques chimiques, physiques et biologiques des sols. Selon Van Zwieten (2009) le compost a une forte teneur en nutriments, notamment l'azote, le phosphore et le potassium (K). Il contient également des micronutriments et cela est confirmé par les valeurs analytiques du compost qui a été préparé. Selon Edward *et al.* (2007), un compost de bonne qualité a un impact notable dans l'amélioration de la qualité du sol et du rendement des cultures.

Tableau 1 : Teneur en nutriments du compost aérobie

Paramètre	Unités normalement fournies comme	Valeurs
pH	-	7,65
OM	%	48,70
N Total	%	4,50
P disponible	%	0,80
Ca échangeable	Centimole (cmol) (+)/kg Centimole (cmol) – une unité standard pour exprimer la concentration de cations de manière similaire	1,28
Mg échangeable	cmol(+)/kg	1,55
K échangeable	cmol(+)/kg	1,87
Na échangeable	cmol(+)/kg	0,08
Mn Extractible	mg/kg	291,17
Fe Extractible	mg/kg	2,89215
Cu Extractible	mg/kg	2402
Zn Extractible	mg/kg	10600

La température a été prise durant le compostage et il a été observé qu'il y a eu une augmentation de la température durant les trois premières semaines, de la phase mésophile à la phase thermophile, et la température a ensuite commencé à baisser. Gautam *et al.* (2011) ont rapporté une tendance similaire de la température durant le compostage. Il a également été observé qu'afin de réaliser un compostage réussi, les facteurs d'influence tels que la température, la teneur en humidité, l'aération, le pH, le ratio C/N et les mélanges de compostage doivent être convenablement contrôlés (Michel *et al.*, 1996).

Le compost préparé à partir de la combinaison d'au moins deux types de déchets a amélioré la croissance des champignons et des microorganismes saprophytes qui jouent un rôle important dans la biodégradation. Les isolats fongiques sont discutés ci-après : les espèces *Aspergillus* isolées étaient : *Aspergillus ustus*, *Aspergillus myzae*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus candidus*, *Aspergillus flavus*. Un total de six espèces *Penicillium* ont été isolées : *Penicillium aethiopicum*, *Penicillium echinulatum*, *Penicillium oxalium*, *Penicillium camemberti*, *Penicillium corylophilium* et *Penicillium funiculosum*. D'autres champignons isolés du compost étaient les espèces *Eurotium herbariorum* et *Fusarium*. Storm (1985) a également observé des résultats similaires : le nombre et la diversité des microorganismes sont plus élevés lorsqu'au moins deux déchets sont utilisés pour le compostage. Rabia *et al.* (2007) ont rapporté la charge fongique la plus élevée et le nombre d'espèces *Aspergillus* et *Penicillium* le plus élevé dans le compost. Giovana *et al.* (2005) ont également rapporté que le *Fusarium* se trouve dans le compost et est responsable de la minéralisation. Malgré le rôle silencieux des champignons durant la décomposition, il est évident, sur la base de cette expérience, que les champignons, en particulier l'*Aspergillus* et le *Penicillium* sont des organismes importants durant le compostage.

Conclusion

Le compost est riche en nutriments et peut être utilisé pour améliorer le sol en préparation de la production agricole. Le compost a une forte teneur en matière organique, en azote, en phosphore, en potassium et autres nutriments qui le rendent approprié pour l'amélioration de la qualité du sol et la production agricole. Cette méthode peut être pratiquée par les agriculteurs locaux pour améliorer le sol pour une production agricole durable. Il est évident que ces déchets agricoles peuvent être compostés et utilisés comme fertilisants, et les genres de champignons isolés du compost étaient les espèces *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* et *Eurotium*.

Références

Albaladejo J, Garcia C, Ruiz-Navarro A, Garcia-Franco N and Barbera G. G., 2009. Effects of Organic composts on Soil Properties: Comparative Evaluation of Source- separated and Non Source - separated Composts.

1st Spanish National Conference on Advances in Materials Recycling and Eco - energy Madrid, 12-13 November 2009 S02-10

Anderson J. M and Ingram. J. S., 1993. Tropical soil biology and fertility. A hand book of methods. Information Press Eynsham. 10-85.

Bouyoucos, G.J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soil. *Agronomy Journal*. 53:464-465.

Bremner J.M, Mulvaney C. S., 1982. Nitrogen - Total. In *Methods of soil analysis, American Society of Agronomy*, 9 (2): 595 - 624. Page, A. L. (Ed), Madison, Wisc. USA.

Edward S, Asmelash A, Araya H, Egziabher, T. B. G., 2007. Impact of Compost Use on Crop Yield in Tigray, Ethiopia Food and Agriculture of the United Nations. Rome.

Giovana, C.V., Antonella, A. and Valeria, F.M., 2005. Isolation and identification of fungal community in compost and vermicompost. *Mycologia* 97: 33-44.

IITA., 1979 . *Selected methods for soil and plant analysis*. International Institute for Tropical Agriculture, Ibadan. Manual series, No. 1

Jambhekar H., 2002. Vermiculture in India-Online training material. Purie, India Maharashtra, Agricultural Bioteks.

Jacobs R.D; Sloan, D., and Jacob J 2003. Cage Layer Manure: An Important resource for Land Use, <http://edis.ifas.ufl.edu/ps005>. Retrieved 16/10/2014.

Lindsay, W. L, Norvell W. A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal*. 42: 421 - 428.

Michel, F.C., Forney, L.J., Huang, A.J., Drew, S., Czuprenski, M., Lindeneg, J.D., Reddy C.A., 1996. Effects of turning frequency, leaves to grass ratio and windrow vs pile configuration on composting of yard trimmings. *Compost Science Utilization*. 4:26-43.

Nelson, D. W. and Sommers, L. E., 1975. A rapid and accurate method of estimating organic carbon in soil. *Proceeding of Indiana Academy of Science*. 84:456-462.

Ohtaki A. and Nanasaki, K., 2002 A sample numerical model for predicting matter decomposition in a fed. Bateh composting operation. *Journal of Environment quality* 31:997-1003.

Rabia A., Tasneem, A and Fazia, S., 2007: Association of Fungi, Bacteria and Actinomycetes with Different Compost. *Pakistan Journal of Botany* 39(6): 21410215.

Wipo., 2002. Compost process and techniques Canada: The city of camrose. Available at <http://www.camrose.com/engineering/engserv/composters.htm> accessed March 31, 2010.

Van Zwieten L., 2009. Agro-economic valuation of biochar using field-derived data. Conference presentation at Asia Pacific Biochar, May 2009, Gold Coast Australia.

Évaluation de l'érodibilité du sol à Makurdi dans l'État de Benue au Nigéria

Blessing Iveren Agada¹ et Martins Eze Obi²

Résumé

Les préoccupations concernant les problèmes d'appauvrissement et d'érosion du sol, et en particulier les problèmes associés au ruissellement et à l'érosion en provenance des terres agricoles, ont donné lieu à une combinaison d'analyses en laboratoire et de simulations sur le terrain pour mieux comprendre les rapports entre les précipitations, les ruissellements et les pertes en sols. L'érodibilité des sols de grès et du matériau d'origine de l'argilite a été évaluée à l'aide de quatre indices développés dans les pays tempérés. Ces indices sont : « le ratio argile » impliquant le test d'hydromètre (Bouyoucos, 1935), « la stabilité des agrégats du sol » (Yoder, 1936), l'utilisation du « nomogramme » (Wischmeier et al., 1971) et la « simulation de pluie ». Les types de sols étudiés avaient des textures limon sableux et sable limoneux (grains gros et moyens). Les sols de grès et du matériau d'origine de l'argilite avaient des ratios argile qui n'étaient pas très différents (moyenne de 0,88 et 0,85 respectivement). Les valeurs des agrégats des sols étaient modérées (41-49%) pour les sols dérivés du grès, et faibles (31-36%) pour les sols dérivés d'argilite, indiquant une résistance naturellement plus grande à l'érosion pour les sols de grès par rapport aux sols d'argilite. Les valeurs moyennes des estimations d'érodibilité à l'aide du nomogramme étaient de 0,06 et 0,04 Mg.h.Mj⁻¹mm⁻¹ pour le grès et les sols d'argilite et n'étaient pas sensiblement différentes. Dans le cadre de la simulation de la pluie, la valeur moyenne de la perte de sol était nettement supérieure pour les sols de grès (10,75 kg m²) par rapport aux sols d'argilite (3,28 kg m²). Pour une meilleure planification de la conservation du sol, les indices développés dans d'autres régions du monde doivent être soigneusement testés pour assurer leur applicabilité locale. Des études intensives du réseau régional sont requises pour développer des indices appropriés en vue de modéliser la conservation du sol dans la région agroécologique.

Introduction

La perte de sol est généralement prédite à l'aide de l'Équation universelle des pertes en terre (USLE) de Wischmeier et Smith (1978) et ses formes révisées que sont l'Équation universelle révisée des pertes en terre (RUSLE) et l'Équation universelle modifiée des pertes en terre (MUSLE). Essentiellement, les équations établissent un lien entre la perte en sol et l'interaction dynamique de l'érosivité des pluies (R), l'érodibilité du sol (K), l'inclinaison et la longueur des pentes (SL), la gestion du couvert (C) et le facteur d'appui à la pratique (P).

L'érodibilité du sol, une mesure quantitative de la résistance du sol au détachement et au transport, est une fonction de la texture, de la structure, de la perméabilité, de la matière

organique et de la gestion du sol (Hudson, 1995). Le facteur d'érodibilité du sol (K) de l'équation USLE a été défini par Renard et al. (1997). Il peut être évalué sur une échelle de 0 (faible érodibilité ou forte résistance à l'érosion) à 1, comme c'est le cas avec le ratio argile, ou 0,1 pour l'unité S.I. comme avec le nomogramme USLE (forte érodibilité ou faible résistance à l'érosion). Il peut être évalué soit directement à l'aide de parcelles d'érosion *in situ* (Wischmeier et Smith, 1978) ou indirectement (Bryan, 1968) à l'aide du nomogramme USLE (Wischmeier et al., 1971) ou des orages simulés (Dangler et EL Swaify, 1976). L'évaluation de la vulnérabilité du sol au risque d'érosion est une base pour la planification effective de la conservation. L'évaluation des risques requiert des informations clés sur l'érosivité des pluies (R) et l'érodibilité du sol (K), des informations qui demeurent superficielles pour la zone de Makurdi (Isikue et al., 2011). Le rôle du matériau d'origine du sol doit être mieux compris.

Une enquête a été effectuée pour évaluer l'érodibilité des sols dérivés de deux matériaux d'origine à Makurdi à l'aide de quatre indices.

Matériel et méthodes

Zone de l'étude

L'étude a été menée à Makurdi dans l'État de Benue au Nigéria. Makurdi est situé sur la latitude 7°41'N et la longitude 08°37'E et connaît un climat tropical avec des températures variant de 22°C à 36°C. L'humidité relative varie de 50 à 80% et l'altitude est de 106,4 m. Les précipitations annuelles moyennes sont d'environ 1250 mm et les pluies durent entre 200 et 300 jours (Idoga et al., 2005). Des enquêtes sur le terrain ont été entreprises à la ferme d'enseignement et de recherche de l'Université d'Agriculture de Makurdi ainsi qu'à la Ferme SIWES du Département de l'expérience professionnelle industrielle des étudiants. Les sols à la ferme de recherche ont été dérivés de l'argilite et ceux de la ferme SIWES du grès.

Méthodes d'analyse en laboratoire

La méthode hydromètre de Bouyoucos (1935) a été utilisée pour l'analyse de la taille des particules du sol. Un jeu de tamis a été utilisé pour l'analyse du grade de sable nécessaire pour l'évaluation de K avec le nomogramme de l'équation USLE.

¹Blessing Iveren Agada
Département des sciences du sol, Université d'Agriculture,
PMB 2373 Makurdi, État de Benue, Nigéria.
Tel.: 234 8037101891.
Courriel: blessynn@yahoo.com
Courriel: blihotu81@gmail.com

²Martins Eze Obi,
Professeur, Département des Sciences du sol,
Université du Nigéria Nsukka, État d'Enugu, Nigéria.
Tel.: 234 8132293383
Courriel: ezem2@yahoo.com

Le carbone organique a été déterminé comme décrit par Walkley et Black (1934). La conductivité hydraulique saturée a été déterminée à l'aide de la méthode de mesure de conductivité hydraulique à la saturation de Klute (1965) et de l'équation d'écoulement de Darcy. La perméabilité du sol a été obtenue à partir des résultats de la détermination de la conductivité hydraulique comme discuté par O'Neal (1952). La densité apparente sèche, la porosité totale, la porosité macro et micro ont été calculées. La stabilité des agrégats a été déterminée comme prescrit par Yoder (1936). Les pourcentages d'agrégats stables à l'eau d'un diamètre supérieur à 0,5 mm (sauf pour la fraction sableuse) ont été calculés.

Méthodes de terrain

Les études du sol sur le terrain ont été menées à quatre sites. Des échantillons de base ont été prélevés de ces sites à une profondeur de 0-10 cm pour les déterminations de la densité apparente. Des échantillons ont également été prélevés à une profondeur de 0-17 cm avec une pelle pour le tamisage sous l'eau (stabilité des agrégats). Un simulateur de pluie portable non pressurisé dont les dimensions sont 110 cm x 210 cm (longueur x largeur) et pouvant contenir 181 producteurs de gouttes a été construit. La taille moyenne des gouttes était de 4,6 mm. Une pluie a été programmée à une intensité d'environ 250 mm h⁻¹ pour simuler l'intensité presque maximale des précipitations signalées pour Makurdi (Agada, 2015). Des micro-parcelles ont été construites sur un sol incliné à 5%. Les micro-parcelles avaient 200 cm de longueur, 150 cm de largeur et 30 cm de profondeur. L'eau et les sédiments érodés ont été collectés aux sorties en aval des parcelles dans des récipients après chaque essai. Deux reproductions de tests ont été exécutées, notamment, l'essai à sec et l'essai humide, qui ont duré chacun environ 15 minutes avec 150 litres d'eau.

Résultats et discussion

Le Tableau 1 donne les valeurs des propriétés reconnues influencer l'érodibilité du sol (Wischmeier et Mannering, 1969) pour les sols dérivés du grès et de l'argilite. Les sols avaient des grains gros ou moyens (limon sableux ou sable limoneux). Les densités apparentes pour les sols dérivés de l'argilite variaient de 1,15 g cm⁻³ à 1,35 g cm⁻³ avec une moyenne de 1,27 g cm⁻³ et pour les sols provenant du grès, dans la fourchette de 1,48 g cm⁻³ à 1,6 g cm⁻³ avec une moyenne de 1,55 g cm⁻³.

Les valeurs moyennes de l'érodibilité dérivées des ratios d'argile étaient de 0,88 et 0,85 respectivement pour les sols dérivés du grès et de l'argilite, indiquant une absence de différence de la résistance de ces sols à l'érosion. Notamment, l'indice du ratio argile place les sols dans une hiérarchie d'érodibilité mais n'a pas de valeur caractéristique pour les sols 'érodibles' et 'non-érodibles'. Le pourcentage des agrégats stables à l'eau > 0,5 mm variait de 32% à 36% pour les sols dérivés du grès et de 41% à 49% pour les sols dérivés de l'argilite. Selon ce paramètre, les sols dérivés du grès (ferme de SIWES) étaient légèrement plus stables et par conséquent offriront une résistance plus grande à l'érosion par rapport à ceux dont le matériau d'origine est l'argilite. La stabilité des agrégats détermine la facilité avec laquelle de grands agrégats au dessus du seuil d'érosion peuvent être décomposés en tailles vulnérables à l'érosion (Bryan, 1968). Les valeurs moyennes de l'érodibilité à l'aide du nomogramme USLE étaient de 9,04 et 0,06 Mg.h.MJ⁻¹mm⁻¹ respectivement pour les sols de grès et d'argilite. Il n'y avait pas de différence claire entre les deux groupes de sols. Dans l'étude de simulation de la pluie, les valeurs réelles des pertes de sol étaient beaucoup plus basses pour les sols dérivés de l'argilite que pour les sols dérivés du grès. Puisqu'il s'agit du seul paramètre qui mesurait la perte de sol causée par l'érosion, l'on peut considérer que ces valeurs fournissent la différence réelle d'érodibilité entre les deux groupes de sols. Naturellement, les valeurs d'érodibilité étaient plus faibles pour l'essai humide que pour l'essai sec.

Tableau 1: Indices d'érodibilité des sols des sites d'étude selon les différents paramètres

Lieu	Agrégats stables à l'eau > 0,5mm (%)	Ratio argile	Nomogramme USLE Mg.h.h.ha ⁻¹ MJ ⁻¹ mm ⁻¹	Rendement du sédiment/Perte de sol sous la pluie simulée Mg.h.h.ha ⁻¹ MJ ⁻¹ mm ⁻¹	
				Sec kg m ²	Humide kg m ²
Ferme SIWES Parcelle 1	49	0,89	0,071	0,707 (12)	0,55 (9,8)
Ferme SIWES Parcelle 2	41	0,87	0,041	0,62 (11)	0,57 (10,2)
Ferme d'agronomie Parcelle 1	32	0,85	0,051	0,28 (5)	0,16 (2,8)
Ferme d'agronomie Parcelle 2	36	0,85	0,043	0,22 (3)	0,13 (2,3)

Conclusion

Les paramètres déduits et calculés n'ont pas fourni des indications claires de l'érodibilité des différents sols. La mesure empirique réelle de la perte de sol effectuée au moyen de la simulation de pluie a indiqué de grandes différences entre l'érodibilité des deux groupes de sols. Cette dernière est très importante concernant l'évaluation du caractère approprié de la

terre. L'étude a clairement indiqué que les indices et les normes développés ailleurs ne peuvent pas être utilisés à l'aveuglette dans un autre type de situation.

Références

Agada, B.I.(2015). Rainfall erosivity and soil erodibility studies in Makurdi, Benue State, Nigeria. MSc.Thesis. Department of Soil Science University of Agriculture, Makurdi, Nigeria.142pp.

Bouyoucou, G. J. (1935). The clay ratio as a criterion of susceptibility of soil to erosion. *Journal of American Society of Agronomy*. 27:738-741.

Bryan, R.B. (1968). The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. *Geoderma* 2:5-26.

Dangler, E.W and El - Swaify, S.A. (1976). Erosion of selected Hawaii soils by simulated rainfall. *Soil Science Society of America Journal*. 40: 769-733.

Hudson, N.W. (1995). Soil Conservation. Third Edition. B.T. Batsford Limited. U.K. pp 290.

Idoga, S., Abagyeh, S.O., and Agber, P.I.(2005). Characteristics, classification and crop production potentials of soils of the Aliade plain, Benue state of Nigeria. *Nigerian Journal of Soil Science*. 15(2): 101-110.

Isikwue, M.O., Abutu, C., and Onoja, S.B. (2012). Erodibility of soils of the South West Benue State, Nigeria. *Pacific Journal of Science and Technology*. 13 (2): 437-447.

Klute, A. (1965). Laboratory Measurements of hydraulic conductivity of saturated soil. In: C.A. Black(Editor -in chief), *Method of Soil Analysis. Part 1, Agronomy nomograph 9, American Society of Agronomy*. Pp.210- 221.

O'Neal, A.M. (1952). A key for evaluating soil permeability by means of certain field clues. *Soil Science Society of America Proceedings*. 16: 312-315.

Renard K.G., Forster G.R., Weesies G.A., McCool D.K., and Yoder D.C.(1997). Predicting soil erosion by water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). USDA Agriculture Handbook. No. 703. Washington DC.

Walkely, J.T and C.A. Black (1934). An examination of the Degtjareff method of determining the organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37:29-38.

Wischmeier, W.H. and Mannering, J.V. (1969). Relation of soil properties to its erodibility. *Soil Science Society of America Proceedings*. 33: 131-137.

Wischmeier, W.H., Johnson, C.B. and Cross, B.V. (1971). A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation*. 26: 189-193.

Wischmeier, W.H. and Smith D.D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses. USDA Agric. Handbook 537, Washington D.C., R.S.A.

Rôle du sol dans les systèmes alimentaires sensibles à la nutrition en Afrique

Mawuli Sablah^{*1}, Mohamed AgBendeche¹, Lamourdia Thiombiano² et Laouratou Dia¹

Résumé

Les systèmes agricoles et alimentaires sensibles à la nutrition requièrent des sols ayant des nutriments de qualité. Cet article met l'accent sur les liens entre le sol et les systèmes alimentaires sensibles à la nutrition. Il a été estimé que 95% de notre alimentation provient directement ou indirectement des sols. Des sols nutritionnellement équilibrés sont fondamentaux pour soutenir les systèmes alimentaires et essentiels pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle. L'érosion des sols et la dégradation des terres provoquées par divers facteurs, entraînent une baisse des éléments nutritifs essentiels à la production agricole ainsi qu'une diminution de la qualité des aliments et de leurs valeurs nutritionnelles. Cette situation qui prévaut actuellement à travers le continent a des implications majeures non seulement sur la qualité et la quantité des aliments, mais également accentue les risques de sous-nutrition. Par conséquent, améliorer et préserver la qualité du sol sont indispensables pour atténuer les risques de carences nutritionnelles en Afrique.

1.0 Introduction

Citant Aristote, M.S. Swaminathan (2014) a réitéré que « le sol est l'estomac de la plante ». Les aliments et fourrages nutritifs et de bonne qualité ne peuvent être produits que sur des sols sains afin de garantir la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Il a été reporté qu'en Afrique, plusieurs sols produisant diverses cultures sous des facteurs environnementaux variés, ont des carences en micronutriments. Ces carences peuvent être comblées en vue d'améliorer la fertilité du sol, le rendement agricole et la densité nutritive des aliments destinés à la consommation humaine. La fertilité du sol est essentiel tant pour la quantité d'aliments produits que pour l'apport adéquats de micronutriments dans l'alimentation. Par exemple, en Afrique Centrale la plupart des sols sont par nature extrêmement infertiles et ont des caractéristiques qui rendent la gestion de la fertilité du sol très difficile. Plusieurs régions d'Afrique sont également dominées par des sols d'une très mauvaise qualité avec une pluviométrie défavorable ; les précipitations y sont soit trop élevées dans les zones telles que l'Afrique Centrale, soit trop faibles comme c'est le cas des 25% de l'Afrique occupés par les déserts (Laker, 2005b).

Les systèmes alimentaires incluent l'ensemble des activités allant du travail du sol à la consommation, en passant par la réutilisation des produits d'origine animale et végétale pour l'amélioration de la qualité du sol. Dans le cadre de son mandat constitutionnel qui est d'améliorer les niveaux de nutrition et de vie pour tous, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture prône l'approche fondée sur l'alimentation qui reconnaît le rôle primordial de

l'alimentation dans l'amélioration des conditions de nutrition. Cette approche est fondamentalement liée à la gestion durable des ressources naturelles, y compris la gestion durable des sols.

Le système alimentaire fait face à des défis tels que la pression sur les ressources naturelles, le changement climatique, la croissance démographique, l'urbanisation rapide et le changement de style de vie, qui ont un impact profond sur la production alimentaire et sur la tâche monumentale qui est d'améliorer les niveaux de nutrition.

La Déclaration de Rome de la Deuxième Conférence Internationale sur la Nutrition (CIN2) tenue en novembre 2014 conjointement organisée par la FAO et l'OMS, a noté avec une vive préoccupation que malgré les réalisations non négligeables observées dans plusieurs pays, les dernières décennies ont connu un progrès modeste et inégal de la réduction de la malnutrition avec un déclin modéré de la prévalence de la sous-nutrition. Toutefois, les chiffres absolus demeurent excessivement élevés avec près de 805 millions de personnes souffrant de faim chronique en 2012-2014 selon les estimations (FAO/OMS, 2014). Selon la note sur l'Afrique du Rapport Mondial sur la Nutrition (RMN) 2015, la malnutrition continue d'affecter un grand nombre d'enfants sur le continent : 58 millions des moins de cinq ans souffrant d'un retard de croissance, 13,9 millions d'enfants émaciés et 10,3 millions en surpoids; En outre, 163,6 millions d'enfants et de femmes en âge de procréer sont anémiques. Les chiffres d'anémie illustrent le défi des carences en micronutriments. Treize pays en Afrique sont confrontés à d'énormes difficultés en matière de gestion des niveaux de retard de croissance chez les enfants de moins de cinq ans, ou d'anémie chez les femmes en âge de procréer (Note sur l'Afrique - RMN 2015). Selon les estimations, environ une personne sur quatre en Afrique subsaharienne est sous-alimentée en 2015 par rapport à une personne sur trois au début des années 1990 (FAO, 2015). La région est affectée par le double fardeau de la malnutrition se traduisant par la coexistence de plusieurs formes de malnutrition.

¹Bureau Régional pour l'Afrique, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

P. O. Box GP 1628 Accra. Ghana.

Mawuli Sablah* (Auteur ressource) Bureau Régional pour l'Afrique, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
P. O. Box GP 1628 Accra. Ghana.

Tel.: (233) 302 675000 Extension 41607. Fax: 233 302 668 427,
Courriel : Mawuli.Sablah@fao.org

²Lamourdia Thiombiano PhD, Spécialiste du Sol.

FAO, Coordonnateur sous régional pour l'Afrique du Nord;
Représentant de la FAO en Tunisie. 43 Rue Kheireddine Pacha,
Belvédère TUNIS.

P. O. BOX 300, 1082 Cité Mahrajène, Tunis Tunis.

Téléphone: +216-71-906553; +216 71 903 396

Fax: +216-71-901859

Courriel : Lamourdia.Thiombiano@fao.org

Site web: <http://www.fao.org/neareast/>

2.0 L'importance des sols fertiles pour des systèmes alimentaires durables sensibles à la nutrition

Les cultures vivrières produites sur les sols fertiles contiennent plus de micronutriments que les cultures produites sur les sols infertiles. La richesse du sol en micronutriments, les systèmes agricoles, la sélection de variétés (phytogénétique) de cultures à densité élevée en micronutriments (ex. la biofortification) et les pratiques de fertilisation du sol sont autant de facteurs qui ont un impact sur le niveau des nutriments des systèmes alimentaires. L'amélioration du sol accroît la productivité et favorisent une plus grande diversité des cultures. La gestion durable des sols est donc vitale pour la production des aliments nutritifs. En plus de contribuer directement ou indirectement à 95% de la production alimentaire, les sols abritent plus d'un quart de la biodiversité de la planète et jouent un rôle critique dans le cycle du carbone (FAO, 2015). Cependant, le niveau de dégradation du sol est « alarmant » et est estimé à 33% des terres à travers le monde (FAO, 2015). Le manque d'un seul des 15 nutriments nécessaires à la croissance végétale dans les sols peut limiter le rendement et affecter la valeur nutritionnelle des aliments. D'ici 2050, la production agricole doit augmenter de 60% dans le monde et de près de 100% dans les pays en développement, surtout en Afrique, pour pouvoir satisfaire la forte demande. La gestion durable des sols pourrait permettre d'accroître la production alimentaire à hauteur de 58%. (Wall & Six, 2015).

Dans le cas du zinc (un micronutriment essentiel pour la croissance et la réparation ou l'expression des gènes), la tolérance aux conditions environnementales stressantes entraînent des besoins plus importants en zinc (Zn) pour protéger les cellules contre les effets nuisibles du stress. La carence en ce micronutriment semble être la plus répandue et la plus fréquente dans les cultures et les plantes de pâturage à travers le monde, entraînant de lourdes pertes en rendement et en qualité nutritionnelle. C'est particulièrement le cas dans les zones de production céréalière. Il est estimé que près de la moitié des sols sur lesquels les céréales sont cultivées ont des niveaux de zinc suffisamment faibles pour entraîner une carence en zinc (Alloway, 2008). La carence en zinc dans les sols peut être absolue ou induite. La carence absolue est relative aux matériaux d'origine, à la texture, au degré d'altération et/ou de pH et au degré de calcaire d'un sol. La carence induite est principalement due au chaulage et à la fertilisation phosphatée inadéquats, ou à l'élimination de la couche superficielle (Laker, 2005a).

Puisque par nature les grains de céréales ont de faibles concentrations en Zn biodisponibles, leur culture sur des sols potentiellement carencés en Zn diminue davantage la concentration en Zn des grains (Cakmak, 2007). Les problèmes largement documentés de carence en Zn chez les hommes surviennent surtout dans les régions africaines où les sols sont faibles en Zn disponibles et où les céréales, racines et tubercules sont la principale source d'apport énergétique (Laker 2005a). Les sols ayant des carences en zinc peuvent demeurer inaperçus pendant plusieurs années à moins que des tests de diagnostic du sol ou des plantes soient effectués,

parce qu'il n'existe pas de signes précurseurs du stress dans les cultures qui y poussent (Alloway, 2008).

3.0 Maintenir une bonne qualité de sol pour soutenir la biodiversité et des valeurs nutritionnelles optimales

La conscience des êtres humains quant à leur dépendance totale envers les sols et l'implication de la dégradation du sol pour leur survie nutritionnelle, les incite à s'adapter pour atténuer les effets néfastes des conditions climatiques et environnementales sur la qualité et la fertilité du sol. Dans le cadre de la reconfiguration de la valeur durable des sols, il y a de plus en plus de plaidoyer en faveur de : l'agroécologie, l'agriculture organique, l'agriculture de conservation sans labour pour assurer l'équilibre naturel de la fertilité des nutriments du sol avec les microorganismes de la faune et du sol, les écosystèmes agroforestiers pour les cultures, les arbres et la production animale afin d'encourager la gestion durable des sols pour produire des aliments nutritifs plus diversifiés et sains. Une décomposition bio organique plus rapide et la croissance de la biomasse du sol créent plus de sols fertiles qui entraînent une augmentation du rendement des cultures et des produits à fortes valeurs nutritives ou des cultures biofortifiées promues en Afrique.

La diversité des espèces utilisées pour l'alimentation a considérablement baissé au fil des ans et la plupart des gens dépendent désormais de trois céréales principales qui sont : le maïs, le riz et le blé. Ces trois céréales fournissent plus de 50% de l'apport énergétique mondial, et avec seulement 12 autres cultures et espèces animales fournissent ensemble plus de 75% de l'alimentation mondiale aujourd'hui (FAO, 2012). La qualité nutritionnelle de l'alimentation est très compromise due aux effets associés aux tendances répandues de forte consommation de sucre, de sel et de matières grasses ultra-transformées associées à la faible activité physique, aux carences en micronutriments liées à la mauvaise qualité des nutriments dans les sols et aux multiples fardeaux de la malnutrition.

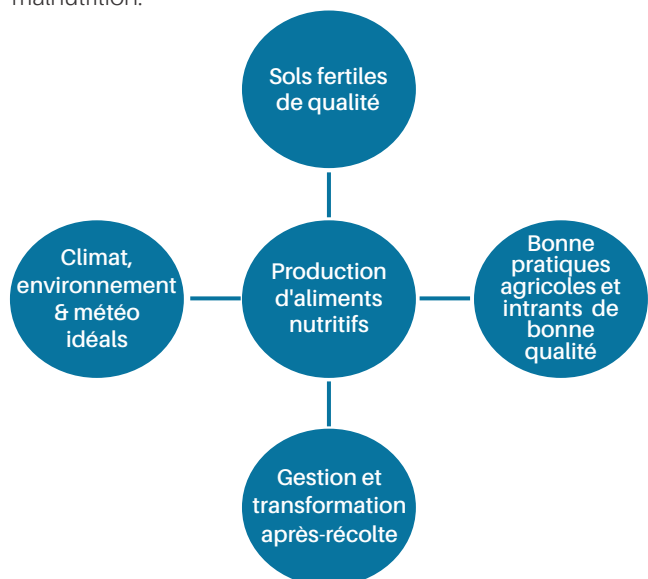


Figure 1: Éléments liés à la production durable d'aliments nutritifs

Tandis que de nombreuses études ont à plusieurs reprises associé une plus grande diversité alimentaire à la densité en micronutriments de l'alimentation tant chez les enfants que chez les femmes utilisant les aliments indigènes, la plupart des aliments indigènes sont actuellement sous-utilisés ou inaccessibles en raison du déclin de la biodiversité et de la dégradation du sol. Les systèmes agricoles et alimentaires sensibles à la nutrition nécessitent donc des sols de haute qualité pour produire et assurer la diversité alimentaire en combinaison avec les pratiques de soin appropriées, l'eau et l'hygiène pour une nutrition et une santé de qualité. Cela est en harmonie avec le deuxième Objectif de développement durable (ODD) qui lie les systèmes d'agriculture durable aux approches de la nutrition fondées sur l'alimentation.

4.0 Conclusion et action internationale en faveur de systèmes alimentaires et de sols durables du point de vue nutritionnel

La Déclaration de Rome de la CIN2 reconnaît l'importance de traiter des impacts du changement climatique et d'autres facteurs environnementaux sur la sécurité alimentaire et la nutrition, en particulier sur la quantité, la qualité et la diversité des aliments produits, dans le but de prendre les mesures appropriées pour s'attaquer à leurs effets néfastes, surtout sur la fertilité du sol. Elle reconnaît également que les systèmes alimentaires actuels sont de plus en plus mis à l'épreuve dans la fourniture d'aliments adéquats, sûrs, diversifiés et à fortes valeurs nutritives pour tous et qui contribuent à des régimes alimentaires sains. Cela s'explique entre autres par les contraintes liées à la rareté des ressources, à la dégradation environnementale, au modèle de production et de consommation non durables, aux pertes et gaspillages d'aliments, ainsi qu'à la distribution inégale (FAO/OMS, 2014). Les recommandations 10 et 12 du Cadre d'Action de la Déclaration de Rome cherchent à promouvoir la diversification des cultures (y compris les cultures traditionnelles sous-utilisées), une culture plus accrue des fruits et légumes, et la production appropriée d'aliments d'origine animale tout en appliquant les pratiques durables de production alimentaire et de gestion des ressources naturelles, de même qu'en prenant en compte la gestion durable des sols en vue d'améliorer la résilience du système d'approvisionnement alimentaire et des domaines affectés par le changement climatique (FAO/OMS, 2014).

Dans le cadre des actions internationales, des mesures concrètes sont requises pour caractériser et gérer des terres afin d'avoir des sols fertiles capables de soutenir deux à trois bonnes cultures par an et qui sont qualifiés de Zones agricoles spéciales (ZAS) dotées de centres de surveillance et d'amélioration de la santé des sols. Ces centres pourraient aider les agriculteurs en leur fournissant des cartes de santé du sol avec des services de vulgarisation des bonnes pratiques agricoles et d'assistance pour corriger les défauts du sol tels que : la salinité, l'alcalinité et les problèmes d'engorgement. Une attention spéciale devrait être accordée à la matière organique du sol puisqu'elle est essentielle à l'amélioration de la teneur en micronutriments, à la

conductivité hydraulique, à la chimie et à la microbiologie du sol. Il est nécessaire de vulgariser les systèmes locaux d'évaluation de la santé des sols tels que la présence de vers de terre et de micro-organismes fixateurs d'azote et solubilisateurs du phosphate. Ces mesures pourraient être associées aux questionnaires locaux de la santé des sols pour soutenir la surveillance de la santé des sols et l'amélioration des nutriments. Si nous n'accordons pas à la valeur nutritionnelle et à l'amélioration des sols l'attention qu'elles méritent, nous ne serons pas à même de réaliser la valeur nutritionnelle humaine et par conséquent ne pourrons pas atteindre l'objectif d'éradiquer la faim et la malnutrition en Afrique d'ici 2025.

Références :

Alloway B. J. 2008. Zinc in soils and crop nutrition, Second edition, published by IZA and IFA Brussels, Belgium and Paris, France, pp 10-11

Batiomo A., Hartemink A., Lungo O., Naimi M., Okoth P., Smaling E., and Thiombiano L. 2006. African Soils: Their productivity and profitability of fertilizer use. Background paper prepared for the African Fertilizer Summit; Abuja Nigeria.

Cakmak, I., 2007. Enrichment of cereals grains with zinc: Agronomic and genetic biofortification. *Plant and Soil*, DOI 10.1007/s11104-007-9466-3.

FAO 2012, Sustainable diets and biodiversity directions and solutions for policy, research, and actions. International Scientific Symposium "Biodiversity and Sustainable Diets: United Against Hunger" organized jointly by FAO and Biodiversity International, held at FAO, in Rome, from 3 to 5 November 2010.

FAO 2015. Regional Overview of Food Insecurity Africa African, on the state of food insecurity in Africa (SOFI) 2015. African food security prospects brighter than ever.

FAO 2015., Healthy soils are the basis for healthy food production

FAO/WHO, 2014. Second International Conference on Nutrition - Framework for Action; from commitments to action.

FAO/WHO, 2014. Second International Conference on Nutrition - Rome Declaration on Nutrition.

Global Nutrition Report 2015. Africa brief; action and accountability to advance nutrition and sustainable development. Launched at the 2015 Africa Day for Food and Nutrition Security (ADFNS 2015), Kampala, Uganda.

International Food Policy Research Institute. 2015. *Global Nutrition Report 2015: Actions and Accountability to Advance Nutrition and Sustainable Development 6*: pg 75-84

Kiekens, L., 1995. Zinc, in Alloway, B.J. (ed.) Heavy metals in soils (2nd edn.). Blackie Academic and Professional, London, pp 284-305.

- Laker, M.C. 1967. Effect of previous applications of lime and zinc on the subsequent uptake of phosphorus and fertiliser zinc by rye plants in a pot experiment. *S. Afr. J. Agric. Sci.*, 10: 11-18.
- Laker, M.C. 2005a. The global impact of zinc micronutrient deficiencies. *Proc. Combined FSSA & SASRI Symposium on Micronutrients in Agriculture: Demands of Subtropical Crops*, Mt. Edgecombe. FERTASA, Pretoria, South Africa.
- Laker, M.C. 2005b. Appropriate plant nutrient management for sustainable agriculture in Southern Africa. *Communications in Soil Sci. and Plant Anal.* 36, 89-106.
- Osborn D., Cutter A. and Ullah F. 2015. Universal sustainable development goals Understanding the transformational challenges for developing countries. Report of a study by stakeholders.
- Smaling, E.M.A. (1993) The soil nutrient balance: An indicator of sustainable agriculture in sub-Saharan Africa. Peterborough, UK; Fertiliser Society Proceedings - Fertiliser Society No. 340, pp. 1-18.
- Swaminathan M. S. 2014. Importance of Soil in achieving Zero Hunger Challenge, <http://www.mssrf.org/?q=content/importance-soil-achieving-zero-hunger-challenge>
- Van der Waals J. H. and Laker M.C., 2008. Micronutrient Deficiencies in Crops in Africa with Emphasis on Southern Africa. In *Micronutrient Deficiencies in Global Crop Production*; B.J. Alloway (ed.), Springer Science + Business Media B.V.
- Wall, D. H. and Six J, 2015. Sciences Editorial on "Give soils their due". VOL347 ISSUE6223
- Welch, R. M.; Graham, R. D. Cakmak, I. 2013 Linking Agricultural Production Practices to Improving Human Nutrition and Health; FAO/WHO

L'importance de la gestion durable des terres pour la sécurité alimentaire et une nutrition humaine saine en Afrique centrale

Ousseynou Ndoye¹

Introduction

Parmi les objectifs les plus importants pour les gouvernements des pays d'Afrique centrale, la réduction de la pauvreté, la sécurité alimentaire et la nutrition figurent en bonne place. Cela a été confirmé par le fait que ces pays ont formulé des stratégies de réduction de la pauvreté. En outre, en juin 2014, une réunion importante de l'Union africaine (UA) sur la sécurité alimentaire et la nutrition s'est tenue à Malabo en Guinée équatoriale et les dirigeants africains et leurs alliés internationaux tels que l'Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), le Programme des Nations unies pour le Développement (PNUD) et la Banque mondiale (BM) ont pris des décisions cruciales pour l'avenir du continent. En mai 2013, la FAO a organisé une conférence internationale sur les forêts pour la sécurité alimentaire et la nutrition à laquelle ont participé de nombreux délégués. En novembre 2014, la FAO et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) ont organisé une autre conférence internationale sur la nutrition qui a démontré l'engagement constant de ces organisations à lutter contre la pauvreté et la faim. Au niveau régional, la Commission des forêts d'Afrique centrale (COMIFAC) a élaboré en 2013 un programme sur les forêts pour la sécurité alimentaire et la nutrition en Afrique centrale. En septembre 2015, à Durban, en Afrique du Sud, la question de la sécurité alimentaire et du rôle potentiel des forêts et des arbres était une priorité à l'ordre du jour et durant les discussions en plénière et les sessions parallèles. Dans ce contexte, la gestion durable des terres a un rôle important à jouer dans la réalisation de la sécurité alimentaire et la nutrition.

Le présent article soutient que pour réconcilier la gestion des terres et la sécurité alimentaire, les gouvernements en Afrique centrale doivent confier davantage de forêts aux communautés locales pour leur gestion afin d'améliorer leur sécurité alimentaire et d'accroître l'investissement dans la recherche agricole et forestière visant à produire des variétés améliorées de produits agricoles et forestiers qui permettront aux agriculteurs de demeurer plus longtemps sur un lopin de terre sans connaître des pertes de rendement.

La seconde section de l'article discute des dimensions de la sécurité alimentaire. La Section 3 discute de la sécurité alimentaire et de la gestion durable des terres. Les implications de la gestion des terres pour la sécurité alimentaire sont discutées dans la section 4. La dernière section conclut l'article.

Dimensions de la sécurité alimentaire

La sécurité alimentaire est assurée lorsque tous les individus, en tous temps, ont un accès économique, social et physique à une nourriture suffisante qui comble leurs besoins nutritionnels et leurs préférences alimentaires pour une vie active et saine (FAO, 2014). La sécurité alimentaire a quatre piliers qui sont : la disponibilité, l'accès, l'utilisation et la stabilité. Selon la définition, l'aspect nutritionnel est inscrit dans le concept même de la sécurité alimentaire. La sécurité alimentaire a des dimensions d'offre et de demande. L'offre est relative à la fourniture de produits agricoles et forestiers après la récolte des cultures ou la collecte dans les forêts à des fins de consommation familiale directe. La demande fait référence à la nécessité de vendre les produits agricoles et forestiers et d'acheter de la nourriture avec les recettes ainsi perçues. Une autre dimension de l'offre est relative à l'utilisation directe des plantes médicinales pour améliorer la santé humaine et ainsi accroître la productivité de la main d'œuvre agricole. Cela montre la complémentarité entre l'agriculture et la forêt au niveau du ménage (Ndoye et Asseng Ze, 2015). Par exemple, dans le District de Senanga en Zambie, une étude menée par Kwaw-Mensah (1996) a montré que les agriculteurs considéraient une mauvaise santé humaine comme le premier facteur responsable de la faible productivité agricole dans le district.

Au niveau macro, il doit inspirer et motiver la collaboration intersectorielle entre les ministères chargés de l'agriculture et ceux des forêts et de l'environnement.

Gestion durable des terres et sécurité alimentaire

La gestion durable des terres est très importante pour la réalisation de la sécurité alimentaire et pour une nutrition efficiente. Cela est dû au fait que l'offre et la demande de l'équation de la sécurité alimentaire doivent être équilibrées au moyen de dispositions d'utilisation des terres appropriées : forêt primaire, forêt secondaire, jachères, jardins potagers, terres agricoles, concessions forestières, forêts communautaires, et forêts communales. En outre, une amélioration des infrastructures (routes et services de transport) est nécessaire pour faciliter la circulation des produits forestiers et agricoles vers les marchés où les acheteurs obtiennent les produits qu'ils souhaitent consommer tandis que les vendeurs offrent leurs produits contre des revenus qui leur permettront d'acheter à leur tour d'autres denrées alimentaires. Les marchés qui facilitent ces transactions sont situés dans les zones rurales, semi-urbaines et urbaines.

¹Ousseynou Ndoye, *Conseiller technique principal, Projet Produits forestiers non ligneux (PFNL), Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), Bureau sous-régional pour l'Afrique centrale (SFC); Immeuble Bel Espace Batterie IV 2643, BP 2643 Libreville Gabon.*
Courriel: Ousseynou.Ndoye@fao.org.
Téléphones : +241 01774783; +241 07641164; +241 01741092.
Adresse web: www.fao.org/africa/central

La sécurité foncière est très importante pour renforcer la relation entre la gestion durable des terres, l'utilisation appropriée des terres et la sécurité alimentaire. Lorsque les acteurs sont rassurés quant à leur propriété foncière ou forestière, ils sont disposés à investir davantage dans ces ressources. Cela peut alors favoriser le reboisement des terres dégradées avec des arbres ayant une valeur économique, et également faciliter l'adoption de technologies agroforestières (domestication) et la plantation d'autres arbres dans le paysage agricole.

Implications de la gestion des terres pour la sécurité alimentaire en Afrique centrale

Dans cet article, l'Afrique centrale est définie comme la région comprenant les pays indiqués au Tableau 1. Elle abrite le deuxième massif forestier du monde après l'Amazonie, et pour cette raison, elle est un réservoir très important de diversité biologique. Environ 70 millions de personnes exploitent ces ressources pour combler leurs besoins de subsistance, la création de revenus et l'emploi. Les produits forestiers non ligneux (PFNL) qui constituent une composante majeure de la diversité biologique sont les produits alimentaires, et les plantes médicinales, la viande de brousse, les insectes, le miel, le rotin et d'autres fibres servant à construire des abris ou des outils. En outre, les forêts d'Afrique centrale fournissent des services écosystémiques y compris la protection de la biodiversité et elles possèdent de grandes valeurs culturelles, religieuses et esthétiques pour les populations de la région. Par conséquent, le bien-être des populations rurales est influencé par toutes les formes de développement qui affectent les forêts.

Les forêts sont allouées pour l'exploitation forestière, la production agricole (l'agriculture itinérante sur brûlis, les plantations industrielles, l'élevage, la pêche et l'aquaculture), l'exploitation forestière communautaire, l'extraction minière, le développement des infrastructures et la conservation de la biodiversité (aires protégées). Dans les concessions forestières, la chasse traditionnelle et la collecte des PFNL sont autorisées pour améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition des populations rurales. Ces efforts consentis par les compagnies forestières sont extrêmement importants mais demeurent insuffisants quant à l'application des directives sous-régionales de la Commission des forêts d'Afrique centrale (COMIFAC) sur les PFNL. Ces directives recommandent l'adoption de droits d'usage commerciaux pour les PFNL qui ne sont pas menacés d'extinction. Cela veut dire qu'en plus d'utiliser les PFNL pour la consommation domestique, le droit d'usage commercial autorise les communautés à vendre ou à échanger les PFNL qui ne sont pas menacés d'extinction.

Le Tableau 1 montre que les superficies sous aires protégées diffèrent grandement d'un pays à l'autre dans la région d'Afrique centrale. Dans les pays de la COMIFAC, le plus faible pourcentage de territoire national alloué aux aires protégées se trouve au Burundi (5,14%) tandis que le maximum se trouve à Sao Tome et Principe (29,47%).

Tableau 1: Pourcentage du territoire alloué aux aires protégées dans différents pays d'Afrique centrale

Pays	Aire protégée (km ²)	Aire protégée en pourcentage du territoire total
Burundi	1433	5,14
Cameroun	38250	8,05
République centrafricaine	70145	11,25
Congo	39924	11,67
RDC	264157	11,26
Gabon	34595	11,91
Guinée équatoriale	5910	21,11
Rwanda	2354	8,93
Sao Tome et Principe	295	29,47
Tchad	113678	8,85

Source: RAPAC/OFAC/COMIFAC 2015

Les communautés rurales ne sont pas autorisées à entrer dans les aires protégées et y collecter des produits forestiers. Au Burundi par exemple, malgré la protection des parcs et réserves, les femmes et les populations indigènes entrent dans les réserves illégalement pour obtenir des produits forestiers pour leur subsistance. Lorsqu'ils sont appréhendés par les écogardes forestiers, ces derniers les battent ou les emprisonnent. La sécurité alimentaire et la nutrition sont compromises dans ces conditions. En principe, la politique régissant la gestion des aires protégées est la même dans les autres pays d'Afrique centrale. La protection de la biodiversité forestière est importante et doit toujours être un objectif majeur à poursuivre afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre, et séquestrer davantage de carbone et réduire les effets néfastes du changement climatique. Toutefois, les êtres humains doivent être mis à l'avant dans le paysage forestier d'Afrique centrale, surtout dans une région où la

pauvreté extrême et les défis de développement sont très importants (FAO, 2015).

Les activités minières gagnent également en importance en Afrique centrale. L'une des questions nécessitant une attention particulière est la superposition des zones allouées à l'extraction minière et celles allouées à l'exploitation forestière, ou la superposition des zones allouées à la protection de la biodiversité et celles allouées à l'extraction minière (Oyono et al., 2013). Un conflit émerge entre la création à court terme d'opportunités d'emploi et de revenus tirés de l'exploitation forestière et des activités minière d'un côté, et les impacts négatifs à long terme, souvent irréversibles que ces activités ont sur la sécurité alimentaire, la nutrition et l'environnement. Les décideurs en Afrique centrale doivent prendre en compte ce problème dans les pays où ces conflits sont susceptibles de surgir.

Un autre développement depuis 2007 est l'accaparement des terres qui est devenu un problème crucial en Afrique. Il s'agit d'un bail de 30 à 99 ans ou d'un transfert de titre foncier aux investisseurs étrangers facilité par le gouvernement. En République démocratique du Congo, 3 millions d'hectares de terres ont été ainsi alloués à la Chine pour la production de biocarburants alors que 71% de la population du pays vit dans l'insécurité alimentaire et que seulement 7 millions d'hectares sont cultivés actuellement (Laker, 2013). En outre, les importations de denrées alimentaires coûtent chères en raison du mauvais état des routes ou de leur absence (<https://www.grain.org/fr/article/entrees/4565-accaparement-des-terres-et-souverainete-alimentaire-en-afrique-de-l-ouest-et-du-centre>). Au Cameroun, en 2006, 10 000 hectares régis par un bail de 99 ans ont été alloués à une succursale de Shaanxi Land Reclamation General Cooperation (<https://www.grain.org/fr/article/entrees/4565-accaparement-des-terres-et-souverainete-alimentaire-en-afrique-de-l-ouest-et-du-centre>). Au Congo, des groupes sud-africains ont obtenu 80 000 hectares du gouvernement dans le cadre d'un bail de 30 ans pour cultiver du riz, du maïs et du soja. En outre, une concession de 470 000 hectares a été attribuée à une entreprise Malaisienne pour produire des palmiers à huile, portant un préjudice considérable aux moyens d'existence locaux. Heureusement, des exemples à Madagascar, en Éthiopie et en Ouganda montrent que les communautés locales n'ont pas accepté d'être dépossédées de leurs droits coutumiers et ont réussi à s'y opposer (<http://www.consoglobe.com/land-grabbing-cg>).

La foresterie communautaire a également gagné en importance en Afrique centrale, surtout au Cameroun, au Gabon et en République démocratique du Congo (Karsenty et al., 2010). Elle offre aux associations villageoises l'opportunité de récolter, transformer et vendre le bois en toute légalité (Lescuyer et al., 2015) pour améliorer leurs moyens d'existence et la sécurité alimentaire. L'essentiel de l'attention est dirigé vers le bois, bien qu'il soit nécessaire d'inclure l'exploitation des PFNL comme option à la diversification des moyens d'existence des communautés. La COMIFAC a récemment organisé une réunion régionale qui a

recommandé une meilleure inclusion des particularités économiques et sociales de la foresterie communautaire au cadre juridique des pays d'Afrique centrale (COMIFAC, 2015).

Avec une population croissante en Afrique centrale, la pression s'intensifie en faveur de l'expansion de l'utilisation des terres, mais au détriment des forêts, et cette situation n'est pas viable à long terme. Les actions suivantes sont donc nécessaires pour réconcilier la gestion durable des terres et la sécurité alimentaire et la nutrition en Afrique centrale :

- Il est crucial d'investir davantage dans la recherche agricole (cultures, foresterie) pour favoriser la disponibilité des cultivars à haut rendement pour les produits agricoles et forestiers qui s'adapteront aux changements climatiques. Les gouvernements des pays d'Afrique centrale ont un rôle important à jouer en respectant l'engagement pris en 2003 à Maputo, d'allouer 10 pour cent de leur budget national à l'agriculture (Mwape, 2009).
- Des pratiques agricoles innovantes et appropriées résultant des découvertes technologiques de la recherche agricole et forestière, doivent être développées et mises en œuvre dans les zones rurales. Par exemple, il serait souhaitable de réajuster le calendrier agricole pour s'adapter au développement de nouveaux cultivars améliorés. Les périodes appropriées pour planter, défricher, récolter doivent être communiquées aux agriculteurs afin de leur permettre de maximiser leur production.
- Les Gouvernements des pays d'Afrique centrale doivent accroître la superficie de forêts allouée à la gestion communautaire. Cela améliorera les moyens d'existence et les revenus des hommes, femmes, jeunes et communautés indigènes.
- La politique foncière est très importante en Afrique centrale. Il est nécessaire d'assurer que les communautés locales ont un accès sécurisé aux ressources forestières en prêtant une attention particulière aux femmes. Pour cette raison, les Directives volontaires de la FAO pour une Gouvernance responsable des régimes fonciers applicables aux terres, aux pêches et aux forêts dans le contexte de la sécurité alimentaire nationale doivent être mises en œuvre par les pays de la région.

Conclusion

Comme l'a démontré le présent article, la gestion durable des terres est très importante pour renforcer la sécurité alimentaire et la nutrition en Afrique centrale. Les responsables politiques ont un rôle crucial à jouer à un moment où les dépenses sur les importations alimentaires affectent gravement les termes de l'échange des pays d'Afrique centrale. Pour cette raison, des investissements supplémentaires dans la recherche agricole et forestière sont nécessaires pour inverser cette tendance en

vue de favoriser le bien-être des populations et l'environnement.

Bibliographie

- COMIFAC (2008). Directives sous-régionales relatives à la gestion durable des produits forestiers non ligneux d'origine végétale en Afrique Centrale. Série politique numéro 2. Commission des Forêts d'Afrique Centrale. Yaoundé : Cameroun.
- COMIFAC (2015). Note de synthèse trimestrielle sur l'état d'avancement des activités de la COMIFAC (Avril-Juin 2015).
- FAO (2014). Importance of forests and trees outside forests to food security and nutrition in Central Africa. Enhancing the Contribution of Non-Wood Forest Products to Food Security in Central Africa. GCP/RAF/479/AFB. Information note N° 3. FAO, Central African Forest Commission (COMIFAC), Congo Basin Forest Fund (CBFF). November 2014.
- FAO (2015). Contribution of Non-Wood Forest Products to the Millennium Development Goals: Evidence from COMIFAC countries. Enhancing the Contribution of Non-Wood Forest Products to Food Security in Central Africa. GCP/RAF/479/AFB. Information note N° 5. FAO, Central African Forest Commission (COMIFAC), Congo Basin Forest Fund (CBFF). January 2015.
- FAO (2012). Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the context of National Food Security.
- Doumenge, C., Palla F., Scholte P., Hiol Hiol F. & Larzillière A; (Eds.), 2015. Aires protégées d'Afrique centrale - État 2015. OFAC, Kinshasa, République Démocratique du Congo et Yaoundé, Cameroun: 256 p.
- Faustin Mwape (2009). How are countries measuring up to Maputo declaration? CAADP policy brief, June. <http://www.consoglobe.com/land-grabbing-cg>; <https://www.grain.org/article/entries/4575-land-grabbing-and-food-sovereignty-in-west-and-central-africa>
- Karsenty A., Lescuyer G.), Ezzine de Blas L, Sembres T, Vermeulen C. (2010). Community forests in Central Africa: Present hurdles and prospective evolution. Workshop on Taking Stock of Smallholder and Community Forestry: Where do we go from here? March 24-26, Montpellier, France.
- Kwaw-Mensah, D. 1996. Causes of low agricultural productivity in the Senanga district of Zambia. MInstAgrar dissertation, Univ. Pretoria, Pretoria, South Africa. 151 pp.
- Laker, M. C. (2013). Soil fertility in Sub-Saharan Africa and effect thereof on human nutrition. Paper presented at annual congress of the Fertilizer Society of South Africa, Durban, June. (Available from FERTASA)
- Lescuyer, Guillaume, Paolo Cerutti, Raphaël Tsanga (2015). Promoting small-scale logging in Cameroon: is community forestry the right target? Paper presented at the 14th World Forestry Congress, Durban, South Africa. <http://www.consoglobe.com/land-grabbing-cg>
- Ndoye Ousseynou and Armand Asseng Ze (2015). The Contribution of Non Wood Forest Products to Food Security and Nutrition in Central Africa: Challenges and Policy Implications. Paper presented at the 14th World Forestry Congress, Durban, South Africa.
- Oyono et al. (2013). Affectations et utilisations des terres forestières ; Évolutions actuelles, problèmes et perspectives ; État des forêts 2013

Impacts humains sur la gestion durable des sols dans les parcs fauniques: Conclusions basées sur des recherches effectuées au Parc National Kruger en Afrique du Sud et des études de reconnaissance au Parc National du Sérengetien Tanzanie

Gerhard Nortjé¹

Résumé

Il est indéniable que de nos jours, la sécurité alimentaire est menacée en Afrique et dans le monde. Également, selon les dires, l'Afrique serait capable de nourrir l'humanité entière. Mais est-il vrai, surtout dans un contexte de vulnérabilité et de faible résilience (potentiel de récupération) à l'impact humain de la plupart des ressources en sols de l'Afrique ? La vulnérabilité aux impacts humains et la faible résilience sont particulièrement avérées en ce qui concerne les sols de l'Afrique australe et ceux de l'Afrique du sud en particulier. Il a été avancé que si le monde vit des conditions environnementales extrêmes aujourd'hui, cela est principalement dû aux changements physiques et chimiques rapides de nos sols et aux changements rapides de notre air et de notre eau. Le rythme rapide auquel notre sol de surface est détruit par l'érosion, l'encroûtement du sol de surface et le compactage du sous-sol constituent une menace majeure pour notre existence même.

Introduction

Le sol est une ressource non-renouvelable (limitée), ce qui veut dire que sa perte et sa dégradation ne sont pas récupérables au cours d'une vie humaine. En tant que composante essentielle des ressources en terres, du développement agricole et de la durabilité écologique, le sol constitue la base de la production alimentaire, de carburant et de fibre, et de plusieurs autres services écosystémiques vitaux. Par conséquent, le sol est une ressource naturelle hautement précieuse quoique souvent négligée. Le domaine naturel des sols productifs est limité dans la mesure où il est soumis à des pressions croissantes d'intensification and d'affectations concurrentes pour la culture, la foresterie, le pâturage/parcours et l'urbanisation, et pour satisfaire les demandes de la population croissante en matière de production d'aliments, d'énergie et d'extraction des matières premières (Laker, 2005). Les sols doivent être reconnus et valorisés pour leurs capacités productives ainsi que leur contribution à la sécurité alimentaire et au maintien des services écosystémiques clés.

La dégradation du sol est causée par des pratiques d'affectation et de gestion des terres non durables. Environ

33% des terres à travers le monde sont modérément et fortement dégradées en raison de l'érosion, de la salinisation, du compactage, de l'acidification et de la pollution chimique des sols. Le rythme actuel de dégradation du sol menace la capacité des générations futures à satisfaire leurs besoins de base. Les opportunités d'expansion dans le domaine agricole sont limitées dans le monde, sauf dans certaines régions de l'Afrique et de l'Amérique du sud (Laker, 2005).

La plupart des terres supplémentaires disponibles ne sont pas adaptées à l'agriculture, et les coûts écologiques, sociaux et économiques de leur exploitation seront très élevés. Les ressources en sols de l'Afrique du sud sont très vulnérables au compactage et à l'encroûtement du sol (Laker, 2005). Elles sont également caractérisées par une faible résilience (potentiel de récupération). Cela veut dire que même les petites erreurs en matière de planification de l'utilisation des terres et de gestion des terres peuvent être perturbantes, avec très peu de chances de récupération une fois que la dégradation a été amorcée. La gestion durable des sols agricoles et de parcours du monde et la production durable sont par conséquent devenues des impératifs pour renverser la tendance de dégradation du sol et pour assurer la sécurité alimentaire actuelle et future de l'humanité entière.

En ce qui concerne les impacts humains sur nos ressources en sols, les activités agricoles ne sont pas les seules à blâmer puisque les loisirs ont également un impact sur nos sols dans les zones protégées. La conduite hors route pour des buts récréatifs dans les aires protégées (ORD)² gagne en popularité dans les zones protégées en Afrique (Nortjé, 2014). La principale raison des activités récréatives dans les zones protégées est d'accroître les recettes à travers l'écotourisme pour la conservation (Nortjé *et al.*, 2012). Toutefois, ces activités ont des impacts néfastes graves à long terme sur le compactage du sol, l'encroûtement du sol de surface et la récupération de la végétation (herbe) (Nortjé *et al.*, 2012).

Les impacts de l'ORD en Afrique ont été étudiés par, entre autres, Nortjé (2014), Bhandari (1998), Onyeanusi (1986) et Daneel (1992). L'ORD a été pratiquée pendant longtemps dans la Réserve du Masai Mara au Kenya et dans le Parc National du Sérengeti (SNP) en Tanzanie (Bhandari, 1998 ; Onyeanusi, 1986) mais n'a été que récemment (2001) introduite au Parc National Kruger (KNP) en Afrique du Sud (Nortjé, 2014).

¹Gerhard Nortjé, Directeur technique.
South African Subtropical Growers' Association.
Tel.: +27 15 307 3676
Fax: +27 15 307 6241
Courriel: gerhard@subtrop.co.za

²ORD: Recreational Off-road Driving en anglais.

Discussion et conclusions

Une visite récente au SNP a été la matérialisation d'un rêve longtemps entretenu. Tout ce que l'on peut lire sur le Sérengeti est vrai. Le SNP est une version à plus grande échelle du KNP, sans les clôtures et les lignes téléphoniques. L'on peut facilement voir des centaines de milliers de gnous sur un safari de trois heures (Figure 1). La section du parc qui a été visitée peut être décrite comme une savane herbeuse, de grandes étendues herbeuses, parsemées ça et là d'épineux (Figure 2) et d'inselbergs de granite (Figure 3).



Figure 1: Gnous sur les plaines du Sérengeti



Figure 2: Épineux dans les plaines



Figure 3: Inselbergs de granite

Les sols dans le Sérengeti sont caractérisés par des sols 'Solonetz' très instables dans les lits de vallées - la forme de sol *Estcourt* en Afrique du sud. Les prismes gigantesques sont fabuleux (Figure 4). Ces sols sont naturellement extrêmement vulnérables à la dégradation en raison des activités humaines telles que le surpâturage par le bétail Masai (Figure 5) et l'ORD (Figure 6). Apparemment, les grands troupeaux de gnous migrateurs ne sont pas à la base des problèmes de surpâturage. Ils migrent suivant un modèle circulaire, causant ainsi un scénario de pression de pâturage typique (pression de pâturage non sélectif) pendant une période de temps très courte, suivi d'une période de récupération suffisamment longue. Le pâturage sélectif par les troupeaux Masai cause le problème.



Figure 4: Forme de sol *Estcourt* - Afrique du sud (Solonetz - WRB) avec de grands prismes visibles.



Figure 5 : Dégradation du sol et de la végétation causée par le surpâturage des troupeaux Masai



Figure 6 : Dégradation du sol causée par la conduite hors route pour des buts récréatifs dans les aires protégées (ORD)

Recommandations et suggestions

Il est très important de gérer les sols en Afrique à des fins agricoles, de parcours et de conservation. Pour cela, il est nécessaire de procéder à une planification appropriée des affectations des terres dans laquelle la prospection pédologique et les évaluations de l'adaptation des terres doivent jouer un rôle prépondérant. La délimitation des sols en ce qui concerne les utilisations appropriées et la gestion durable des terres dans les zones protégées sont également très importantes, tout comme pour les affectations agricoles et autres. L'ORD s'est avérée être une pratique non viable du point de vue écologique et doit, si possible, être interdite sur toutes les terres. S'il n'est pas faisable d'arrêter l'ORD complètement, les recommandations suivantes doivent être alors suivies :

- Éliminer les sols dénudés : gérer les zones protégées de manière à ne jamais permettre le surpâturage ou l'ORD superflu ;
- Circulation contrôlée : moins de véhicules causent moins de compactage qu'un nombre accru de véhicules roulant sur les mêmes pistes, mais l'essentiel du compactage se produit durant le premier passage. Ainsi, rouler sur les mêmes pistes

plus d'une fois est moins endommageant que rouler une fois sur différentes pistes. « La circulation contrôlée » pourrait résoudre ce problème et doit être envisagée lors du développement des stratégies de développement pour l'ORD dans les zones protégées de la faune sauvage ;

- Concevoir/reconcevoir des réseaux routiers mieux planifiés suivant une carte de sensibilité du sol : cela pourrait permettre des observations excellentes des animaux sans avoir besoin de rouler hors de la route ;
- Des pressions de pneus plus faibles doivent être envisagées lors de la conduite tout terrain. Il faudra également considérer d'interdire la conduite sur les sols humides bien qu'il ait été prouvé que tout véhicule roulant hors de la route pourrait également causer le compactage des sols secs ;
- Les zones suivantes doivent être évitées à tout prix : les pans Ramsar, les zones Vlei, les sols sodiques, les limons fins et les sols dont la teneur en sable fin + limon est élevée, les sols sableux avec une teneur de moins de 15% d'argile, les zones dénudées sans couverture herbacées.

Références

- Bhandari, M.P. 1998. Assessing the impact of off-road driving on the Masai Mara National Reserve and adjoining areas, Kenya. Masters dissertation, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), The Netherlands.
- Daneel, J.L. 1992. The impact of off-road vehicle traffic on the gravel plains of the central Namib Desert, Namibia. Unpublished MSc thesis. University of KwaZulu-Natal, South Africa.
- Laker, M.C. 2005. *South Africa's soil resources and sustainable development*. Report for Dept Environ Affairs, South Africa.
- Nortjé, G.P. 2014. Studies on the impacts of off-road driving and the influence of tourists' consciousness and attitudes on soil compaction and associated vegetation in the Makuleke Contractual Park, Kruger National Park. Unpublished PhD Thesis, Centre for Wildlife Management, University of Pretoria.
- Nortjé, G.P.; van Hoven, W. and Laker, M.C. 2012. Factors affecting the impact of off-road driving on soils in an area in the Kruger National Park, South Africa. *Environmental Management* 50/6:1164-1176.
- Onyeanusi, A.E. 1986. Measurement of impact of tourist off-road driving on grass-lands in Masai Mara National Reserve, Kenya: a simulation approach. *Environmental Conservation*, 13/4, 325-329.

Une méta-analyse du potentiel d'atténuation du changement climatique des arbres/forêts, du boisement et des plantes ligneuses pérennes à travers la séquestration du carbone du sol en Afrique

Oladele O. Idowu¹ et Ademola K. Braimoh²

Résumé

Cet article présente les résultats d'une méta-analyse du potentiel d'atténuation du changement climatique des arbres/forêts, du boisement et des plantes ligneuses pérennes à travers la fixation du carbone du sol en Afrique. Une revue de la littérature scientifique sur la séquestration du carbone du sol en Afrique a été effectuée pour évaluer le potentiel d'atténuation des gaz à effet de serre des diverses activités d'aménagement des terres agricoles à l'aide de bases de données académiques et scientifiques en ligne ainsi que de moteurs de recherche plus généraux tels que Google. Les estimations de la méta-analyse des taux de séquestration du carbone du sol ont été converties en bénéfices nets d'atténuation climatique (taux d'abattement) en convertissant les taux de séquestration du C en équivalent dioxyde de carbone et en ajustant pour les émissions associées aux technologies de gestion des terres agricoles. Les résultats montrent que les plantes ligneuses pérennes ont le potentiel d'atténuation des changements climatiques le plus élevé avec respectivement 4,99 et 7,53 tCO₂e ha⁻¹ an⁻¹, suivies des arbres/forêts avec 6,69 tCO₂e ha⁻¹ an⁻¹.

Introduction/contexte

L'Afrique, le second plus grand continent au monde, jouit d'une grande diversité de climats, d'écosystèmes et de conditions édaphiques (FAO, 2005). Les systèmes d'exploitation agricole en Afrique ont évolué vers une intensification d'utilisations des terres en réponse à la croissance démographique et à la rareté des terres adaptées à la culture itinérante à longue jachère. L'intensification des intrants sera de plus en plus importante dans les zones densément peuplées. Les faits suggèrent que de gros investissements dans la restauration de la fertilité du sol seront requis pour créer les conditions d'une intensification rentable et durable (Tittonell et Giller, 2013). Selon le rapport du PNUE sur l'Évaluation globale de la dégradation du sol induite par l'homme (GLASOD³), quelques 494 millions d'hectares de sol ont été dégradés en Afrique, essentiellement en raison de la déforestation, du surpâturage, de la mauvaise gestion agricole et de la surexploitation (Oldeman et al., 1991). Le surpâturage (49%) et la mauvaise gestion agricole (24%), ensemble 73% (soit presque trois quarts) sont les principales causes de la dégradation du sol en Afrique. L'érosion hydrique (46%) et l'érosion éolienne (38%) ensemble (84%) sont les principaux types de dégradation du sol en Afrique. Ces systèmes dégradés devraient être gérés de manière judicieuse et appropriée afin de réduire les émissions de carbone et accroître les puits de carbone dans la végétation et

le sol, contribuant ainsi à l'atténuation du changement climatique mondial (WBBGU, 1998). Le potentiel d'atténuation des gaz à effet de serre (GES) de la Gestion durable des terres (GDT) dans les terres agricoles, est très important (Liniger, et al., 2011, Kaczan, Arslan et Lipper, 2013, Branca, McCarthy, Lipper et Jolejole, 2011). Toutefois s'il n'est pas géré de manière judicieuse et appropriée, il peut avoir des impacts négatifs qui pourraient l'emporter sur les avantages de la séquestration du carbone. Dans les zones tropicales humides d'Afrique, le maintien de l'ombre et des arbres de sous-étage chez les cacaoyers par exemple, peut produire de grands puits de carbone. Les systèmes agroforestiers de cacao matures au Cameroun stockent 565 tonnes de CO₂e par hectare dans le sol. Même dans les terres semi-arides, les systèmes agroforestiers tels que les systèmes intercalaires et sylvopastoraux, avec 50 arbres par hectare, peuvent stocker 110 à 147 tonnes de CO₂e par hectare rien que dans le sol (Liniger et al., 2011). Les pratiques de gestion des écosystèmes forestiers et de plantation peuvent jouer un rôle important dans l'atténuation des changements climatiques en séquestrant le carbone au moyen de la photosynthèse (Strassburg et al., 2009 ; Guariguata et al., 2008). Toutefois, en Afrique du sud, le principal impact des plantations forestières dans les parties supérieures des bassins versants aux précipitations plus élevées, est la réduction considérable du ruissellement. Dans certains cas, les rivières pérennes deviennent des rivières saisonnières avec des implications graves pour les communautés, les villes, les agriculteurs, les industries, les zones de conservation dans les régions plus arides en aval qui sont dépendantes du ruissellement en provenance de ces zones. Le boisement accroît également le risque d'érosion du sol et entraîne la dégradation physique sous la forme de compactage du sol (Département des affaires environnementales et du tourisme, 2006). Le focus de cet article est sur le carbone du sol séquestré à la suite des différentes pratiques de gestion des terres associées aux arbres/forêts, au boisement et aux plantes ligneuses pérennes.

¹Oladele, O. Idowu, Department of Agricultural Economics and Extension, North West University Mafikeng Campus Mmabatho 2735, Private Bag X 2046 South Africa. Tel +27 183892746 Fax +27 183892748. Courriel: Oladimeji.Oladele@nwu.ac.za; oladele20002001@yahoo.com

²Ademola, K. Braimoh, Spécialiste principal Gestion des ressources naturelles, Département de l'Agriculture et du développement rural (ARD), Banque mondiale, 1818 H Street, NW, Washington DC 20433 États-Unis d'Amérique. Tél.: +1 202 473 1640

Courriel: abrainmoh@worldbank.org

³Global Assessment of Human-Induced soil Degradation en anglais.

Cela est fondé sur le fait que le GIEC (2007) a déclaré qu'une grande proportion du potentiel d'atténuation de l'agriculture (excepté la bioénergie) provient de la séquestration du carbone du sol qui entretient des synergies étroites avec l'agriculture durable et réduit généralement la vulnérabilité aux changements climatiques. Selon les conseillers du GIEC sur l'affectation des terres, la séquestration du carbone du sol représente 89% du potentiel d'atténuation des gaz à effet de serre de l'agriculture. Toutefois, des décisions importantes sur les politiques agricoles et climatiques sont prises sans considérer 89% du potentiel d'atténuation des gaz à effet de serre de l'agriculture (Soil Association, 2009). La FAO (2009) a rapporté que la superposition des Cartes mondiales du carbone et de la faim de la FAO qui montrent respectivement (i) les sols manquant de carbone (« carbon-gap » en anglais) et (ii) l'incidence géographique de la faim, révèle que les pays ou régions ayant de grandes populations en situation d'insécurité alimentaire, ont souvent également de grands manques de carbone qui entraînent une production peu rentable et pourraient exacerber la vulnérabilité climatique. Un nombre de pratiques de gestion agricole, y compris celles employées dans l'agriculture organique et de conservation, emprisonnent le carbone de l'atmosphère et le stockent dans les sols agricoles. Ces pratiques nécessitent d'accroître la matière organique des sols dont le carbone est la principale composante, ce qui améliorera également la fertilité, la rétention d'eau et la structure des sols, entraînant de meilleurs rendements et une plus grande résilience.

La Soil Science Society of America (SSSA, 2001) reconnaît que le C est séquestré dans les sols de deux manières : directe et indirecte. « La séquestration directe du C du sol survient à la suite de réactions chimiques inorganiques qui convertissent le CO₂ en C inorganique du sol tel que les carbonates de calcium et de magnésium. » La séquestration indirecte du C des plantes survient lorsque les plantes effectuent la photosynthèse du CO₂ atmosphérique en biomasse végétale. Une partie de cette biomasse végétale est indirectement séquestrée comme SOC durant les processus de décomposition. La quantité de C séquestrée à un site reflète l'équilibre à long terme entre les mécanismes d'absorption et de libération du C. Parce que ces taux de flux sont importants, les modifications telles que le changement du couvert végétal et/ou des pratiques d'utilisation des terres qui affectent les réserves et les flux de SOC ont des implications notables pour le cycle du C et le système climatique de la terre. Divers moyens et mécanismes d'atténuation du changement climatique incluent soit la réduction des émissions de GES ou l'emprisonnement ou la séquestration du C dans la biomasse au dessus du sol ou dans les sols. La séquestration du C du sol, surtout les sols agricoles, a été proposée plusieurs fois comme moyen prometteur de sortir de ce dilemme (Lal, 2002, 2011). L'argument est très souvent fondé sur l'ampleur du C stocké dans les sols ainsi que la grande superficie des sols. Les sols agricoles occupent 37% de la surface de la terre. Le C trouvé dans le mètre supérieur des sols est estimé à environ 2000e2500 Gt, tandis qu'environ 60% de ce carbone est organique (SOC) et environ 40% est inorganique (Sommer et

De Pauw, 2011). Ainsi, la quantité de C dans les sols est par exemple approximativement trois fois plus élevée que la quantité de C emprisonné dans la biomasse au dessus du sol, et au moins 230 fois plus élevée que les émissions mondiales anthropiques de CO₂ en 2009. L'argument est donc que les petits changements positifs dans la réserve mondiale de SOC pourraient avoir un impact majeur, ou en d'autres termes, les sols pourraient être des puits majeurs de dioxyde de carbone des GES. Cet argument est saisi dans le cadre de la théorie du « Coin du carbone » de Pacala et Socolow (2004) dans lequel 'l'adoption du travail de conservation du sol dans tous les sols agricoles à travers le monde' est une composante des 'puits naturels du « coin du carbone ».

Le sol est central à la plupart des technologies de GDT car il est la ressource de base pour l'utilisation des terres. Il soutient tous les écosystèmes terrestres qui recyclent l'essentiel du carbone atmosphérique et terrestre. Il fournit également le lien biogéochimique entre les autres principaux réservoirs de carbone, notamment la biosphère, l'atmosphère, et l'hydrosphère. Le carbone du sol a une forte corrélation avec la qualité du sol, définie comme la capacité des sols à fonctionner dans des écosystèmes naturels et aménagés. Le carbone du sol influence cinq fonctions majeures du sol (Larson et Pierce, 1991), notamment la capacité à recevoir, retenir et libérer les nutriments ; recevoir, retenir et libérer l'eau, tant pour les plantes que pour la recherche de l'eau de surface ou l'eau souterraine ; favoriser et soutenir la croissance racinaire ; maintenir l'habitat biotique adapté ; et répondre à l'aménagement et résister à la dégradation. Accroître le carbone organique du sol peut renverser la tendance à la détérioration de la fertilité du sol, la cause fondamentale de la productivité déclinante des cultures dans les pays en développement.

La gestion durable des terres apporte des bénéfices carbone à travers trois processus clés, notamment la conservation du carbone, les émissions réduites, et la séquestration du carbone. Plusieurs systèmes de terres naturelles tels que les forêts indigènes, les herbages, et les terres humides ont des stocks de carbone relativement importants. La conservation de cette réserve de carbone terrestre accumulée au fil de millénaires, devrait être une priorité puisqu'elle offre la plus grande opportunité de moindre coût pour l'atténuation climatique et la résilience écosystémique. La tolérance zéro de l'érosion du sol est indispensable pour la conservation du carbone du sol. L'élimination du couvert végétal aggrave les pertes par érosion du sol et accroît le taux de décomposition dû aux changements d'humidité du sol et de régimes de température. Parce que la matière organique du sol est concentrée à la surface du sol, l'érosion accélérée du sol entraîne l'épuisement graduel du carbone du sol. L'envahissement des zones de savane et d'herbage par les arbres peut accroître la séquestration du carbone, mais aggrave l'érosion du sol, surtout l'érosion laminaire de la couche superficielle fertile avec les niveaux des plus élevés de SOM dans le profil. Ce dernier peut l'emporter sur le premier (Eldridge, et al., 2011).

Méthodes

Un examen de la littérature scientifique sur la séquestration du carbone du sol en Afrique a été effectué pour évaluer le potentiel d'atténuation des gaz à effet de serre des arbres/forêts, du boisement et des plantes ligneuses pérennes (telles que les plantations de café/cacao et les jardins fruitiers) à l'aide de bases de données académiques et scientifiques ainsi que de moteurs de recherche plus généraux tels que Google. En raison de la rareté de ces recherches en Afrique, toutes les publications récupérables dans les journaux et rapports scientifiques ont été considérés. L'essentiel de l'examen couvre la séquestration du carbone et les valeurs modélisées ou estimations telles qu'elles ont été publiées. Les estimations des taux de séquestration du carbone ont été converties en bénéfices nets d'atténuation climatique (taux d'abattement) en convertissant les taux de séquestration du C en équivalent dioxyde de carbone et en ajustant pour les émissions associées aux technologies de gestion des terres (Eagle et al., 2010). L'analyse a considéré le fait que la plupart des études ont rapporté des concentrations de carbone dans les échantillons de sol (C_c en $g\ kg^{-1}$). Ces concentrations ont été converties en volumes et ensuite en zones pour calculer les stocks (C_s en $kg^{-1}\ ha^{-1}$) et les taux de séquestration ($kg\ ha^{-1}\ an^{-1}$) à l'aide de la densité apparente (BD, en $g\ crrr^{-1}$) et de la profondeur de l'échantillon de sol (0 , en cm).

$$C_s = BD \times C_c \times D \times 10000$$

Dans certaines études, la valeur a été donnée en termes de pourcentage de matière organique du sol. Dans ces cas, les concentrations de C_c ($g\ kg^{-1}$) ont été calculées comme suit :

$$C_c = 0.58 \times OM\% \times 10$$

Dans certains cas, seule une valeur unique, soit la valeur initiale ou moyenne dans tous les traitements, a été fournie pour la densité apparente. Dans ces cas, cette valeur a été jugée s'appliquer à tous les traitements. Si aucune information sur la densité apparente n'était fournie dans l'article (ou d'autres rapports sur la même étude citée par cet article), la densité apparente était alors estimée à l'aide des fonctions de pédotransfert connues (c'est-à-dire des équations de simple régression) développées pour cette région ou extraites des bases de données sur les propriétés du sol tirées du Centre international de référence et d'information pédologique (www.isric.org).

Résultats et discussion

Le Tableau 1 présente le résumé de l'observation des taux de séquestration du carbone du sol pour les arbres/forêts, le boisement et les plantes ligneuses pérennes couvertes dans cet examen. Selon le Tableau 1, la pratique de conservation des arbres dans la plantation et l'utilisation de l'agriculture forestière (système Taungya) ont séquestré en moyenne $1204\ kg\ C\ ha^{-1}\ an^{-1}$. L'agroforesterie peut séquestrer des quantités importantes de carbone pour deux raisons. Premièrement, la zone actuellement sous système cultural et

pastoral couvre une grande superficie. Deuxièmement, bien que la densité de stockage de carbone soit faible par rapport aux forêts, la biomasse ligneuse des systèmes agroforestiers pourrait fournir une source de combustible local. Ce combustible pourrait réduire la pression sur les forêts restantes dans la zone, et en même temps, fournir un remplacement pour les combustibles fossiles. Ces effets sont importants parce que le moyen le plus efficace d'utiliser les terres pour la stabilisation du carbone atmosphérique est à travers la combinaison du boisement et du remplacement du bois de feu par le combustible fossile (Hall et al., 1991). Takimoto et al., (2008) ont rapporté que les parcs de *F. albida* stockaient plus de C que les systèmes agroforestiers améliorés (clôture vive et banque de fourrage) ou les terres abandonnées. De façon similaire, Garrity (2010) a indiqué que le potentiel de séquestration du carbone des systèmes agroforestiers varie grandement de moins de 100 tonnes à plus de 2000 tonnes d'équivalent dioxyde de carbone par an, en particulier l'utilisation de *Faidherbia albida* au Malawi et au Niger. Le potentiel biophysique et spatial de séquestration du carbone en Afrique est élevé, toutefois les conditions sociopolitiques relatives à l'usage des terres, à la propriété foncière et aux pratiques de gestion des terres ne le sont pas, ce qui constitue un dilemme sérieux pour le stockage du carbone sur le continent, et un dilemme similaire pour les projets de biocombustibles. Les pratiques actuelles de tenure foncière en Afrique auront un impact sur l'amélioration que le boisement et le reboisement apporteront à la séquestration du carbone du sol. Kauppi et Sedjo (2001) ont recommandé le développement et la mise en œuvre de notions occidentales de droits de propriété avec une gouvernance améliorée, la participation locale et le développement durable afin de surmonter les insuffisances de la tenure foncière dans le cadre des pratiques de boisement et de reboisement.

Le boisement a enregistré une séquestration moyenne du carbone de $1163\ kg\ C\ ha^{-1}\ an^{-1}$; tandis que les pâturages et les taux d'exploitation avaient respectivement une séquestration de carbone de 799 et $896\ kg\ C\ ha^{-1}\ an^{-1}$. Lal (2004) a noté que le boisement, l'établissement de plantations d'arbres, a un grand potentiel de séquestration de SOC sous les tropiques. Deans et al. (1999) ont rapporté que dans les savanes sèches, l'accumulation de SOC sous les plantations d'Acacia Senegal de 18 ans dans le nord du Sénégal à un taux de $0,03\%/an$ sous la canopée arborée et de $0,02\%/an$ sur le terrain découvert, correspond à des taux de séquestration du SOC de 420 et $280\ kg\ C/ha/an$ pour une densité apparente de $1,4\ Mg/m^3$. Johnson (1992) a rapporté une augmentation de plus de 35% du C du sol à la suite du boisement et du reboisement des sols cultivés.

Dans cet examen, 44 estimations sur l'utilisation des plantes ligneuses pérennes telles que les plantations de cacao au Ghana et au Cameroun, les plantations de café au Burkina Faso, les arbres fruitiers indigènes en Afrique du sud, les plantations de palmier à huile en Côte d'Ivoire, les espèces d'arbres exotiques en Éthiopie, les plantations de caoutchouc au Nigéria et au Ghana, les plantations de cajou et de teck au Nigéria ont été couvertes. La moyenne de carbone séquestré

à partir des plantes ligneuses pérennes était de 2302 kg C ha⁻¹ an⁻¹ (Tableau 1). Ofori-Frimpong et al. (2010) ont écrit que le cacao planté à une faible densité et sous l'ombre, stocke davantage de carbone par unité de surface de sol qu'une surface équivalente de cacao planté à haute densité sans ombre. En plus de la séquestration de C dans la biomasse et le sol, les plantations tropicales sont nécessaires pour le bois, et plus important, comme combustible pour la cuisine. Dans l'est du Nigéria, Ekanade et al. (1991) ont rapporté que la réserve de SOC sous la forêt était de 29 g/kg et que sous les plantations de cacao elle était de 19 g/kg. Des observations similaires ont été faites par Adejuwon et Ekanade (1988) dans l'État d'Oyo au Nigéria. Également dans le sud du pays, Ogunkunle et Eghaghara (1992) ont observé que la concentration de SOC sous une plantation de cacao âgée de 10 ans était de 25 g/kg par rapport à 35 g/kg sous la forêt. Toujours au Nigéria, Aweto (1987) a rapporté que la concentration de SOC était de 14 g/kg sous la forêt primaire et de 12 g/kg sous une plantation de caoutchouc de 18 ans. La concentration de SOC sous la plantation de caoutchouc s'est accrue avec le temps. À Kade au Ghana, Duah-Yentumi et al. (1998) ont rapporté que la concentration de SOC d'un sol sous une plantation de caoutchouc vieille de 40 ans était plus faible que celle du sol sous une forêt vierge ou d'une plantation de cacao âgée de 20 ans. Tant le caoutchouc que le cacao n'ont reçu ni engrais ou fumier. La grande variabilité de la quantité minimum et maximum du carbone séquestré par les arbres/forêts, et les pratiques de gestion des terres pour le boisement et les plantes ligneuses pérennes pourrait être attribuée, entre autres, aux variables en action et aux diverses interactions telles que les conditions du sol, le couvert végétal, la température, la quantité des précipitations, les types de sol, sur les sites où les données ont été recueillies.

Tableau 1 : Synthèse de l'observation des taux de séquestration du carbone du sol par les arbres/forêts, le boisement et les plantes ligneuses pérennes*

Séquestration du carbone Kg C ha ⁻¹ an ⁻¹						
Pratiques	Moyenne	95% inférieurs CI de la moyenne	95% supérieurs CI de la moyenne	Min	Max	Nombre d'estimations
Arbres/forêts	1204	798	1610	273	1732	125
Boisement	1163	619	1706	97	5880	37
Plantes ligneuses pérennes	1359	755	1964	147	9135	44

*La note moyenne du carbone du sol séquestré par les pratiques de boisement a été utilisée pour le calcul.

Le carbone séquestré a été calculé en termes de tCO₂e ha⁻¹ an⁻¹ qui peut être exprimé comme un bénéfice d'atténuation du changement climatique. Le Tableau 2 présente les différentes valeurs pour les arbres/forêts, boisement et plantes ligneuses pérennes pris séparément sur la base de la quantité moyenne de carbone séquestré. Les plantes ligneuses pérennes ont le plus fort potentiel d'atténuation du changement climatique avec respectivement 4,99 et 7,53 tCO₂e ha⁻¹ an⁻¹, suivis des arbres/forêts avec 6,69 tCO₂e ha⁻¹ an⁻¹. Ces pratiques seront, entre autres facteurs, interprétées avec prudence comme étant efficaces pour l'atténuation du changement climatique.

Tableau 2 : Bénéfices en matière d'atténuation des changements climatiques par les arbres/forêts, le boisement et les plantes ligneuses pérennes

Pratiques	Potentiel d'atténuation tCO ₂ e ha ⁻¹ an ⁻¹	Émissions des terres ^a N ₂ O et CH ₄ , t CO ₂ e ha ⁻¹ an ⁻¹	Émissions du processus ^a tCO ₂ e ha ⁻¹ an ⁻¹	Impact net tCO ₂ e ha ⁻¹ an ⁻¹
Arbres/forêts	4,42	0,76	1,51	6,69
Boisement	4,27	1,41	1,87	7,55
Plantes ligneuses pérennes	4,99	0,76	1,78	7,53

^a Toutes les valeurs dans cette colonne proviennent de Eagle et al. (2010)

Conclusion

Cet examen a révélé que le potentiel de séquestration de carbone supplémentaire est énorme pour les arbres/forêts, le boisement et les plantes ligneuses pérennes. La majeure partie de l'examen couvre la séquestration du carbone et les valeurs ou estimations modélisées telles qu'elles ont été publiées. Les estimations des taux de séquestration du carbone du sol ont été converties en bénéfices net d'atténuation des changements climatiques (taux d'abattement) en convertissant les taux de séquestration du carbone en équivalent dioxyde de carbone et en ajustant pour les émissions associées aux technologies de gestion des terres (Eagle *et al.*, 2010). L'analyse a considéré le fait que la plupart des études ont rapporté le carbone du sol en unités diverses. Dans certains cas, une seule valeur, soit initiale ou moyenne dans tous les traitements, a été fournie pour la densité apparente. Dans ces cas, cette valeur a été jugée s'appliquer à tous les traitements. Lorsqu'aucune information sur la densité apparente n'avait été fournie dans un article (ou d'autres rapports sur la même étude citée par cet article), la densité apparente a alors été estimée à l'aide des fonctions de pédotransfert connues (c'est-à-dire les équations de simple régression) développées pour cette région ou extraites des bases de données sur les propriétés du sol tirées du Centre international de référence et d'information pédologique. La pratique la plus courante est la plante ligneuse pérenne (plantations de cacao, de palmier à huile et de caoutchouc). Le rendement de ces pratiques dépend des propriétés du sol, des conditions climatiques, et du degré de dégradation du sol au moment de l'intervention. Les pays africains sont peu susceptibles de s'adonner à la séquestration du carbone du sol à moins que cette activité produise des bénéfices économiques et sociaux manifestes au niveau local. Par conséquent, il est essentiel d'estimer tous les coûts potentiels relatifs aux diverses options de gestion. L'adoption à grande échelle de pratiques écologiques d'utilisation des terres pourraient constituer l'option la plus efficace et la plus verte pour accroître la séquestration du carbone du sol en Afrique (Tieszen 2000). Il est nécessaire de renforcer la sensibilisation sur l'utilisation des arbres, du boisement et d'autres plantes ligneuses pérennes dans les efforts d'atténuation du changement climatique autre que les utilisations socio-économiques courantes.

Références

Adejuwon, J.O., Ekanade, O. 1988. A comparison of soil properties under different land use types in a part of the Nigerian cocoa belt. *Catena* 15: 319-331.

Aweto, A.O. 1987. Physical and nutrient status of soils under rubber (*Hevea brasiliensis*) of different ages in southwest Nigeria. *Agric. Systems* 23: 63-72.

Aweto, A.O. 1987. Physical and nutrient status of soils under rubber (*Hevea brasiliensis*) of different ages in southwest Nigeria. *Agric. Systems* 23: 63-72.

Branca, G., N. McCarthy, L. Lipper and M.C. Jolejole. (2011).

Climate-Smart Agriculture: A Synthesis of Empirical Evidence of Food Security and Mitigation Benefits from Improved Cropland Management. Working paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Deans, J.D., O. Diagne, D.K. Lindley, M. Dione and J.A. Parkinson (1999) Nutrient and organic matter accumulation in *Acacia senegal* fallows over 18 years. *Forest Ecol. Manage.* 124: 153-167.

Department of Environmental Affairs and Tourism (2006) South Africa Environment Outlook. A report on the state of the environment. Executive summary and key findings. Department of Environmental Affairs and Tourism, Pretoria. 42pp.

Duah-Yentumi, S., Ronn, R., and Christensen, S. (1998), 'Nutrients limiting microbial growth in a tropical forest soil of Ghana under different management', *Applied Soil Ecology*, Vol8, Nos 1-3, pp 19-24.

Eagle, A., Henry, L., Olander, L., Haugen-Kozrya, K., Millar, N., Robertson, G.P., (2010). Greenhouse gas mitigation potential of agricultural land management in the United States: A synthesis of the literature. Technical Working Group on Agricultural Greenhouse Gases (T-AGG) Report. October 2010, Nicholas Institute, Duke University, Durham

Ekanade, O., F.A. Adesina and N.E. Egbe. 1991. Sustaining tree crop production under intensive land use: An investigation into soil quality differentiation under varying cropping patterns in western Nigeria. *J. Env. Manage.* 32: 105-113.

Eldridge, D. J., Bowker, M. A., Maestre, F. T., Roger, E., Reynolds, J. F., & Whitford, W. G. (2011). Impacts of shrub encroachment on ecosystem structure and functioning: towards a global synthesis. *Ecology Letters*, 14(7), 709-722. <http://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01630.x>

Evans, J. 1992. Plantation Forestry in the Tropics: Tree Planting for Industrial, Social, Environmental and Agroforestry Purposes. Clarendon Press, Oxford, UK, 403 pp.

FAO. 2003. Situation des forêts du monde, FAO, Rome, Italie

FAO, 2005 Fertilizer use by crop in South Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations Viale delle Terme di Caracalla 00100 Rome, Italy.

FAO (2009a). La sécurité alimentaire et l'atténuation agricole dans les pays en développement : Options pour tirer parti des synergies <http://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak596e/ak596e00.pdf>

FAO (2009b). Enabling Agriculture to contribute to climate change mitigation. <http://unfccc.int/resource/docs/2008/smsn/igo/036.pdf>

Garrity, D. P. (2010). Hope is Evergreen. *Our Planet* May: 28-30.

Guariguata MR, Cornelius JP, Locatelli B, Forner C, Sánchez-Azofeifa GA (2008). Mitigation needs adaptation: Tropical forestry and climate change. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change*, 13:793-808.

Hall, D O., Mynick, H. E., Williams, R. H. (1991). Cooling the greenhouse with bioenergy. *Nature* 353. 13-12

Houghton, R.A. 1995. Changes in the storage of terrestrial carbon since 1850, In: (eds). *Soils and Global Change*. Lal, R., Kimble, J., Levine, E., Stewart, B.A. CRC & Lewis Publishers, Boca Raton, FL. p. 45-65.

Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007 Climate Change 2007: Working Group III: Mitigation of Climate

Change. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007

Johnson, D.W. 1992. Effects of forest management on soil carbon storage. *Water, Air and Soil Pollution* 64: 83-120.

Kaczan, D Arslan A and Lipper L (2013) Climate-Smart Agriculture? A review of current practice of agroforestry and conservation agriculture in Malawi and Zambia. ESA Working Paper No. 13-07 October 2013 Agricultural Development Economics Division Food and Agriculture Organization of the United Nations www.fao.org/economic/esa

Kauppi, P., Sedjo, R., 2001. Technical and Economic Potential of Options to Enhance, Maintain and Manage Biological Carbon Reservoirs and Geo-engineering. Chapter 4 in IPCC Third Assessment Report. Cambridge University Press, Cambridge, London.

Lal, R., 2002. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. *Environ. Pollut.* 116,353e362.

Lal R 2004 Carbon Sequestration in Dryland Ecosystems *Environmental Management* Vol. 33, No. 4, pp. 528–544 2004 Springer-Verlag New

Lal, R., 2011. Soil health and climate change: an overview. In: Singh, B.P., Cowie, A.L., Chan, K.Y. (Eds.), *Soil Health and Climate Change, Soil Biology*, vol. 29. Springer, Berlin, pp. 3e24, 403pp.

Larson, W. E., and Pierce, F. J. 1991. "Conservation and Enhancement of Soil Quality." In *Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World*, Vol. 2: Technical Papers, ed. J. Dumanski, E. Pushparajah, M. Latham, and R. Myers. Bangkok, Thailand: International Board for Research and Management. IBSRAM Proceedings No. 12 (2): 175–203.

Liniger, H.P., R. Mekdaschi Studer, C. Hauert and M. Gurtner. 2011. *Sustainable Land Management in Practice – Guidelines and Best Practices for Sub-Saharan Africa*. TerrAfrica, World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

Ofori-Frimpong, K., Afrifa, A. A., Acquaye, S. 2010 Impact of shade and cocoa plant densities on soil organic carbon sequestration rates in a cocoa growing soil of Ghana *African Journal of Environmental Science and Technology* Vol. 4(9),

621-624,

Ogunkunle, A. O., and Eghaghara, O. O. (1992), 'Influence of land use on soil properties in a forest region of Southern Nigeria', *Soil Use and Management*, Vol8, No3, pp 121–125.

Oldeman, L.R., Hakkeling, R.T.A., Sombroek, W.G. 1991. (2d ed.) *World map of the status of human induced soil degradation: an explanatory note*. United Nation Environment Programme, Nairobi.

Pacala, S. and R. Socolow (2004). "Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies." *Science* 305(5686):968-972.

Smith, K.A. 1999. After the Kyoto Protocol: can soil scientists make a useful contribution. *Soil use and Management* 15: 71-75.

Soil Association (2009) *Soil carbon and organic farming A review of the evidence of agriculture's potential to combat climate change Summary of findings*. <http://www.soilassociation.org/LinkClick.aspx?fileticket=BVTfaXnaQYc%3D&>

Sommer, R. and De Pauw, E. (2011) Organic Carbon in Soils of Central Asia—Status Quo and Potentials for Sequestration. *Plant Soil*, 338, 273-288. <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-010-0479-y>

Strassburg B, Turner RK, Fisher B, Schaeffer R, Lovett A (2009). Reducing emissions from deforestation—The combined incentives' mechanism and empirical simulations. *Global Environ. Chang.*, 19:265–278.

Takimoto, A , Nair, P.K.R., Nair, V.D. 2008. Carbon stock and sequestration potential of traditional and improved agroforestry systems in the West African Sahel. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 125:159-166.

WBBGU, (1998). *The Kyoto Protocol Carbon sinks in vegetation and soil, to global climate change mitigation* pp 56-66

Tittonell, P. Giller K.E (2013) When yield gaps are poverty traps: The paradigm of ecological intensification in African smallholder agriculture *Field Crops Res.*, 143 (1) (2013), pp. 76–90

Tieszen LL: *Carbon Sequestration in semi-arid and sub-humid Africa*. U.S. Geological Survey, EROS Data Center, Sioux Falls,



Photo courtoisie de: ©FAO

Maintenir le capital naturel du sol par une gestion climato-intelligente des terres agricoles

Ernest L. Molua¹, Marian S. delos Angeles² et Jonas Mbwangue³

Résumé

La gestion durable des sols est essentielle pour la sécurité alimentaire et la croissance du secteur agricole. La dégradation accrue et la baisse de la fertilité dues à la variabilité et au changement climatiques intenses ont un impact négatif sur la performance agricole en Afrique sub-saharienne. Cet article examine les aspects économiques de la gestion des sols dans les sites pilotes du programme Capital naturel durable de la Banque mondiale au Cameroun et dévoile les perspectives dans le cadre du développement de solutions pour favoriser la fertilité du sol au moyen de programmes de gestion durable des terres. Tout en notant que le sol sain est essentiel à la productivité agricole soutenue, un cadre détaillé est proposé pour la gestion durable du capital naturel des sols en vertu d'un facteur exogène du changement climatique. Cela facilitera le déploiement de techniques des sols pour la gestion des terres agricoles intelligentes face au climat, tout en améliorant la productivité et la résilience de l'écosystème des sols.

1. Introduction

La plupart des pays d'Afrique sub-saharienne (ASS) dépendent en grande partie de leurs ressources naturelles pour leurs moyens d'existence essentiels et leur développement économique. Des sols sains sont une richesse pour les écosystèmes agricoles car ils sont importants pour la production agricole à travers l'appui qu'ils apportent aux processus physiques, chimiques et biologiques fondamentaux nécessaires à la croissance des plantes ; ainsi que la régulation du débit de l'eau entre l'infiltration, le stockage de la zone racinaire, la percolation en profondeur et le ruissellement (Dominati et al., 2010; Barrios, 2007). Cependant, deux facteurs majeurs, à savoir (i) le changement d'utilisation des terres par rapport à la dynamique des populations, et (ii) le changement climatique mondial, menacent la viabilité à long terme de la base des ressources naturelles du sol. Le sol est un capital naturel essentiel à la sécurité alimentaire, la croissance du secteur de l'agriculture et la gestion durable des terres (FAO, 2001). Cependant, la dégradation accrue et la baisse de fertilité des terres en Afrique subsaharienne contribuent à l'insécurité alimentaire et à la pauvreté (Dale, 2007; FAO, 2001). La Banque mondiale, la FAO et les organismes partenaires ont soutenu la mise en œuvre de programmes nationaux d'action de l'Initiative pour la fertilité des sols afin de résoudre ce problème. Pour faciliter cet effort, la Banque mondiale a lancé en 2007 le Programme de renforcement des capacités sur la Gestion du capital naturel (SNC), sous les auspices de l'Institut de la Banque mondiale. Le Cameroun était l'un des dix pays

cibles en Afrique subsaharienne avec le Burkina Faso, le Burundi, le Tchad, le Ghana, la Guinée Bissau, le Kenya, le Libéria, le Nigeria et le Sénégal.

Les efforts visant à améliorer la gestion de la fertilité des sols sont compromis par la variabilité climatique croissante et le changement climatique qui ont déjà un impact sur l'agriculture et la sécurité alimentaire en raison de la haute fréquence des événements climatiques extrêmes et de l'imprévisibilité accrue des conditions météorologiques (FAO, 2009; Lobell et al., 2008). L'impact du changement climatique sur l'agriculture et la contribution de l'agriculture aux gaz à effet de serre offrent une opportunité pour des pratiques renouvelées de l'Agriculture intelligente face au climat (AIC) qui favorisent simultanément l'adaptation et l'atténuation. L'AIC, telle que définie et présentée par la FAO lors de la Conférence de La Haye en 2010 sur l'Agriculture, la sécurité alimentaire et le changement climatique, contribue à la réalisation des objectifs de développement durable. Toutefois, les études récentes sur l'AIC et la SNC concernant la gestion de la fertilité des sols ne reconnaissent pas suffisamment le rôle de l'économie dans la productivité du sol aux niveaux de l'exploitation, du pays et du monde (Turner et Daily, 2008; Ekins et al., 2003). Le présent article tente de combler cette lacune en examinant le rendement de la gestion de la fertilité des sols comme précurseur de l'AIC.

2. Matériel et méthodes

Les données émanent d'enquêtes-recherches auprès des participants dans les sites pilotes SNC de la Banque mondiale, dans les régions de l'ouest et du nord du Cameroun. Deux cent quinze exploitations ont été étudiées dans six communautés au sein de ces trois régions : la région Nord (Fada, Gamba et Mayo Lebri), la région d'Adamawa (Njoundé) et la région Ouest (Lagui et Kouptamo).

¹Ernest L. Molua,
Département d'économie agricole et agroalimentaire,
Faculté d'agriculture et de médecine vétérinaire,
Université de Buea, Cameroun,
P. O. Box 63 Buea, Cameroun.
Tel: (+237) 699 49 43 93; Fax: (+237) 243 32 22 72;
Courriel: emolua@cidrcam.org

²Marianne S. delos Angeles. Resources, Environment and Economics Center for Studies, Inc., Quezon City, Philippines. 41 Dodge St, Filinvest Homes 2 Batasan Hills, Quezon City, Philippines 1226
Telephone: +63 2 931 5468.

³Jonas Mbwangue, Sabin Vaccine Institute, 2000 Pennsylvania Avenue, Suite 7100 Washington, DC. 20006 United States of America
Email: jmbwangue@yahoo.fr

⁴Pour plus d'informations sur le programme de renforcement des capacités sur la Gestion du capital naturel (SNC), visiter:
<http://www.worldbank.org/wbi/environment/snc>

Ces régions connaissent différents régimes climatiques, en particulier l'effet de la topographie variable sur leurs microclimats. La région du Nord sahélien où la moyenne pluviométrique est de 500-1000 mm par an est plus sèche que la région d'Adamawa (900 à 1500 mm par an) et la région Ouest (1000 à 2000 mm par an). Des évaluations spécifiques ont été entreprises pour identifier des technologies et des pratiques de production agricole appropriées qui répondent aux défis complexes et interdépendants de la sécurité alimentaire, du développement et du changement climatique, et identifient les options intégrées qui créent des synergies et des avantages, et les obstacles à l'adoption, en particulier chez les agriculteurs, et recommandent un cadre pour les politiques, les stratégies, les actions et les mesures incitatives.

3. Résultats et discussion

La plupart des petits producteurs étudiés étaient déjà confrontés à des sols dégradés pauvres en nutriments. Ils signalent avoir des biens et une capacité à prendre des risques limités pour pouvoir accéder aux technologies modernes et services financiers et à les utiliser. L'adoption d'options de gestion des sols pour gérer le stress lié à l'humidité a été signalée par 16,7%, 31,7% et 12,3% des ménages agricoles respectivement dans les régions du Nord, d'Adamawa et de l'Ouest. D'autres mesures comprennent diverses mesures de gestion des cultures indigènes et des pratiques socioculturelles, telles que la plantation dans les systèmes mixtes et/ou de cultures intercalaires, dans le cadre d'un mécanisme de rotation des cultures ou dans les systèmes agroforestiers. L'azote du sol et les autres nutriments sont essentiels pour accroître les rendements. Les agriculteurs dépendent du compostage du fumier et des résidus des cultures, ou de l'utilisation des légumineuses pour la fixation de l'azote naturel. Il existe, cependant des différences évidentes entre les choix dans le nord plus aride du Cameroun et la partie humide de l'ouest du pays. Les communautés défavorisées du point de vue agroécologique dans la région du Nord sahélien utilisent diverses stratégies de réduction des risques fondées davantage sur des sources biologiques de nutriments, des variétés ou espèces de cultures résistantes, et la gestion intégrée des terres et de l'eau. Dans la région du Nord, les méthodes et les pratiques qui augmentent les apports en nutriments organiques (par exemple le compost et le fumier), sont fondamentaux et complètent les investissements des agriculteurs dans les engrais synthétiques qui, en raison du coût et de l'accès, sont rarement accessibles. Les agriculteurs de la région de l'Ouest mettent davantage l'accent sur la gestion minérale de la fertilité des sols avec la possibilité de passer à de nouveaux sites de terres agricoles à mesure que la fertilité du sol diminue. Dans certaines parcelles agricoles de la région d'Adamawa, les stocks et les flux d'éléments nutritifs de la fertilité des sols sont gérés grâce à une série d'autres stratégies qui favorisent la recapitalisation des éléments nutritifs en association avec des sources de nutriments organiques et inorganiques, par exemple l'application des engrais inorganiques à l'aide du fumier et des légumineuses

organiques pour fixer l'azote atmosphérique. Ceci est renforcé, dans la région humide de l'Ouest, par des pratiques de production qui mettent l'accent sur la productivité des sols à travers la gestion intégrée des nutriments et de l'eau, par exemple la production sans labour, l'agriculture de conservation, ou la culture mixte qui associe les cultures vivrières aux cultures légumineuses de couverture et/ou des espèces d'arbres et arbustes. Plus précisément, la gestion des propriétés physiques et biochimiques des sols comprend une gamme de mesures autonomes privées au niveau de l'exploitation, telles que les terrasses pierreuses, les murets et les clôtures vives. Dans les trois régions, la méthode traditionnelle du brûlis pratiquée par les agriculteurs à faible revenu et l'application d'engrais organiques et inorganiques sont des activités importantes dans leur répertoire de gestion des sols.

Il s'est avéré que les agriculteurs connaissent très bien les écosystèmes pluviaux qu'ils gèrent, prenant des décisions éclairées fondées sur l'expérience relative au choix des modes de culture et aux diverses options de gestion. Cependant, les cultivars produits ne sont pas souvent adaptés aux conditions climatiques puisqu'ils ne sont pas indigènes mais des cultivars développés juste pour la mise en valeur d'autres traits plutôt que pour leur importance climatique. Ainsi, bien que la connaissance traditionnelle des précipitations et de la variabilité de la température existe en abondance, les agriculteurs demeurent sceptiques sur les avantages à court et à moyen termes des nouvelles cultures/cultivars introduits. Plus de 60% d'entre eux perçoivent des changements dans le climat local. Pour faire face au changement climatique, des pratiques de gestion spécifiques sont prises en compte : les types de cultures, les systèmes pastoraux et forestiers, la diversité et l'état actuel des sols (sableux/limoneux/argileux, tourbeux, sodiques, peu profonds, dépourvus d'éléments nutritifs, etc.), le terrain (escarpé/plat, humide) et les conditions climatiques (courtes saisons de pluie, pluies irrégulières, températures élevées, tempêtes). Les agriculteurs ont exprimé le besoin d'un portefeuille contenant les informations climatiques suivantes pour améliorer leur productivité : la date de début de la saison des pluies, la qualité de la saison des pluies (quantité des précipitations), la date de fin de la saison des pluies, la fréquence et le calendrier des événements climatiques défavorables, par exemple les inondations/périodes de sécheresse au cours de la saison, la distribution temporelle et spatiale des précipitations, l'interprétation des prévisions météorologiques en termes des cultures et variétés à cultiver et quand le faire. Hansen et al. (2008) réitèrent la possibilité que de telles prévisions climatiques améliorent les rendements agricoles.

Les agriculteurs ont ensuite été regroupés et évalués sur la base des rendements économiques ex-post moyens de leurs pratiques de gestion du sol intelligente face au climat. Dans la région Nord, le revenu moyen de l'exploitation pour les agriculteurs pratiquant la SNC est estimé à 215 000 FCFA (430 USD) par hectare. Dans la région d'Adamawa, cette moyenne était de 167 000 FCFA (334 USD) par hectare et 124

000 FCFA (248 USD) par hectare dans la région occidentale. Le retour sur investissement (ROI) calculé comme ratio en pourcentage du bénéfice d'exploitation sur les coûts de mise en valeur du sol était de 37%, 122% et 115% respectivement pour les agriculteurs des régions du Nord, d'Adamawa et de l'Ouest. Ces chiffres indiquent que les agriculteurs pourraient réaliser 37%, 22% et 15% du capital investi dans la gestion du sol. Le taux de rendement interne (ROR) qui prend en compte l'efficacité marginale de l'investissement pour ces investissements agricoles était de 17% au minimum et de 28% au maximum pour la région du Nord, 14% au minimum et 23% au maximum pour la région d'Adamawa et 11% au minimum et 19% au maximum pour la région de l'Ouest. Les coefficients de rentabilité (CR) à un taux de réduction de 10% étaient de 3,8, 2,5, et 1,6 respectivement pour les agriculteurs des régions Nord, Adamawa et Ouest. De manière consistante, les investissements agricoles privés pour ce qui est des améliorations de la productivité du sol organique recommandées par la SNC, ont enregistré des rendements plus élevés dans les régions plus arides du pays par rapport aux régions dont les investissements sont accrus dans les améliorations des sols inorganiques. Bien que les spécificités de l'emplacement puissent causer ces différences, la conclusion générale pourrait être celle d'un attrait global de l'adoption de mesures peu chères de gestion améliorée des sols dans les régions vulnérables du point de vue climatique. Toutefois, le déploiement de cet effort requerra un appui proactif et effectif du gouvernement lors de la production et de la distribution de la production agricole.

Dans un forum du sous-groupe des parlementaires camerounais sur l'environnement dont le but est de sensibiliser sur les questions liées au SNC et à l'adaptation au changement climatique, il a été unanimement reconnu que la capacité des agriculteurs à faire les ajustements nécessaires dépend de l'existence de politiques et d'investissements pour soutenir leur accès au crédit, à l'assurance, ainsi qu'aux incitations économiques appropriées. Les politiques sont nécessaires pour façonner les mesures incitatives et l'environnement propice afin d'étendre les possibilités offertes à ces agriculteurs. Par exemple, les contributions d'informations et d'expertise technique peuvent faciliter les changements de pratiques agricoles qui améliorent la gestion des ressources en sol. Les législateurs étaient unanimes sur le fait que la rentabilité des entreprises agricoles pourrait motiver les décisions agricoles, la gestion durable des ressources naturelles et produire des effets de rétroaction sur les attributs des ressources naturelles et humaines. Si les pratiques de gestion durable des ressources ne sont pas rentables, cela

pourrait entraîner leur rejet, provoquant ainsi la dégradation du capital naturel qui se manifeste par la qualité déclinante du sol (Dale, 2007). D'un autre côté, leur rentabilité suscitera des observations positives sur la gestion durable des ressources naturelles qui renforcent la base des ressources des ménages et améliorent leur perception de la plausibilité de les considérer comme des pratiques agricoles acceptables. Les politiques qui créent des mesures incitatives favorables sont par conséquent primordiales dans la formulation des décisions des agriculteurs. Toutefois, l'enquête révèle que l'adoption des options CSA est également limitée par l'absence de sécurité foncière, ce qui peut affecter la volonté des agriculteurs à adopter les options en raison de la période d'attente avant de profiter des avantages de la CSA et de l'accès limité des agriculteurs au financement et à l'assurance.

La figure 1 ci-dessous met en évidence un cadre détaillé pour la gestion durable du capital naturel du sol sous le facteur exogène du changement climatique. Le cadre se compose de cinq principaux éléments interdépendants : (a) le capital naturel du sol, caractérisé par des propriétés standards du sol ; (b) les facteurs exogènes du changement du sol ; (c) les avantages directs et indirects du sol, par exemple l'approvisionnement, la régulation et les services écosystémiques culturels ; (d) les choix de gestion des terres agricoles privées et (e) les liens politiques pour améliorer les services écosystèmes du sol. C'est une approche holistique liant les services écosystèmes du sol (Daily et al., 1997) au capital naturel du sol (Costanza et Daly, 1992). Grâce aux liens politiques, à la promotion de la recherche, au développement technologique et à la vulgarisation, les agriculteurs pourraient être approvisionnés avec davantage d'outils pour gérer les sols correctement et améliorer leurs services écosystémiques - des flux bénéfiques découlant des stocks du capital naturel (Porter et al., 2009; Swinton et al., 2007). Les décideurs peuvent copier sur un ensemble d'outils ou d'instruments tels que les programmes de crédit rural, les politiques de tarification des intrants et produits, y compris les subventions aux intrants, les droits de propriété, les services de vulgarisation ainsi que la mise en œuvre des programmes de filets de sécurité. Ils peuvent faire la demande pour un changement des mesures incitatives et améliorer les capacités des exploitants dans leurs investissements privés sur la gestion durable des sols. L'environnement politique devra prévoir l'accès au marché (pour les intrants et les produits), des coûts d'intrants compétitifs et des prix-produits attrayants pour motiver l'adaptation et l'adoption des mesures de gestion de la productivité des sols.

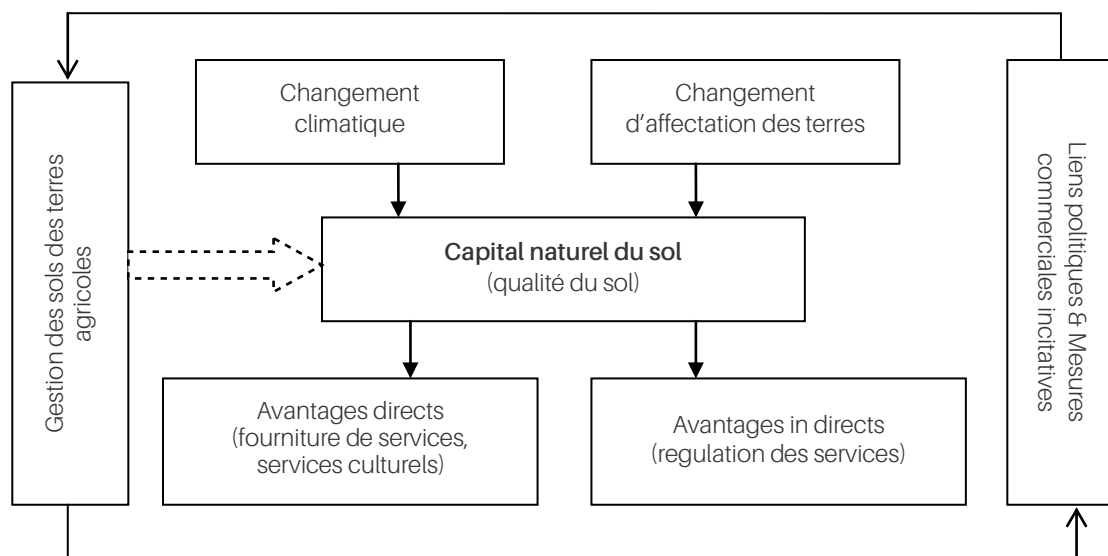


Figure 1: Cadre pour la gestion durable du capital naturel du sol

Source: Conceptualisation des auteurs

4. Recommandations et conclusion

L'amélioration de la performance agricole requiert que les systèmes de production agricole soient productifs en dépit du risque climatique. Le programme SNC de la Banque mondiale met en évidence les preuves des avantages des choix de gestion durable des terres intelligentes face au climat, en termes de gains de productivité et de résilience. Pour atteindre les objectifs de développement agricole, l'adaptation aux risques climatiques doit être accomplie sans pour autant épuiser la base des ressources naturelles, en particulier la ressource en sol. Les pratiques de gestion qui augmentent la teneur en carbone du sol organique d'année en année grâce à la gestion de la matière organique produiront des avantages pour tous les acteurs. Dans l'enquête pilote au Cameroun, il a été démontré que la bonne gestion productive de la terre contribue au revenu agricole des exploitants sensibles au changement climatique. Cependant, il faudra mener une étude approfondie des facteurs commerciaux, politiques et institutionnels qui pourraient façonner et structurer les mesures incitatives des exploitants et les décisions d'investissement dans la mise en œuvre des approches SNC dans les initiatives de l'AIC.

Références

Barrios, E., 2007. Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecological Economics* 64, 269–285
 Costanza, R., Daly, H.E., 1992. Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology* 6, 37–46.
 Daily, G.C., Matson, P.A., Vitousek, P.M., 1997. Ecosystem services supplied by soils. In: Daily, G.C. (Ed.), *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington DC.
 Dale, V.H., Polasky, S., 2007. Measures of the effects of

agricultural practices on ecosystem services. *Ecological Economics* 64, 286–296.
 Dominati E., Patterson M, A. Mackay, 2010, A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. *Ecological Economics* 69 (2010) 1858–1868 doi:10.1016/j.ecolecon.2010.05.002
 Ekins, P., Simon, S., Deutsch, L., Folke, C., de Groot, R., 2003. A framework for the practical application of the concepts of critical natural capital and strong sustainability. *Ecological Economics* 44, 165–185.
 FAO. 2009. Food security and Agricultural Mitigation in Developing Countries: Option for Capturing Synergies, Food and Agriculture Organization, Rome.
 FAO, 2001. The economics of soil productivity in sub-Saharan Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.
 Hansen, J.W., Meza, F.J., Osgood, D. 2008. Economic value of seasonal climate forecasts for agriculture: review of ex-ante assessments and recommendations for future research. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 47:1269–1286.
 Lobell, D.B., Burke, M.B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M.D., Falcon, W.P., Naylor, R.L. 2008. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science*, 319(5863): p. 607–610.
 Porter, J., Costanza, R., Sandhu, H.S., Sigsgaard, L., Wratten, S.D., 2009. The value of producing food, energy and ES within an agro-ecosystem. *Ambio* 38, 186–193.
 Swinton, S.M., Lupi, F., Robertson, G.P., Hamilton, S.K., 2007. Ecosystem services and agriculture: cultivating agricultural ecosystems for diverse benefits. *Ecological Economics* 64, 245–252.
 Turner, R.K., Daily, G.C., 2008. The ecosystem services framework and natural capital conservation. *Environmental & Resource Economics* 39, 25–35.

Intensification agricole par les petits exploitants dans les zones humides hydromorphiques comme outil pour neutraliser les effets du changement climatique : une étude de cas dans le district de Xai-Xai au Mozambique

Paulo Chaguala¹ et Laurinda Nobela²

Résumé

Le phénomène du changement climatique est une menace pour les communautés rurales vivant essentiellement de l'agriculture, notamment les petits exploitants dépourvus de moyens financiers et de connaissances sur les bonnes pratiques de gestion des sols des basses-terres. La disponibilité de l'eau dans les basses-terres et l'irrigation facile à travers l'ascension capillaire avec une période sèche bien définie, permettent d'avoir au moins deux saisons de croissance par an : le riz durant la saison des pluies, et les autres cultures durant la saison sèche. L'étude a été effectuée dans le district de Xai-Xai situé dans le sud de la province de Gaza au Mozambique, dans une zone semi-aride menacée par les changements climatiques. Le district est traversé par le fleuve Limpopo. Les principaux types de sols sont les arénosols dans les zones de montagne et les sols hydromorphiques dans les plaines. Les petits exploitants dans les communautés environnantes avaient l'habitude de pratiquer l'agriculture dans les zones de montagne, évitant les plaines, avant d'être confrontés à de mauvaises récoltes continues à la suite des changements climatiques occasionnés par le type de végétation prédominante associée au faible drainage du sol qui rend la préparation des terres difficile. Le manque de connaissances sur la gestion des sols hydromorphiques chez les petits exploitants était une autre raison de ne pas explorer ces terres. L'objectif de l'étude était de comprendre comment la production agricole devrait être intensifiée dans cet écosystème et de promouvoir de meilleures pratiques de gestion des sols, de l'eau et des cultures. Les cultures telles que le riz durant la saison des pluies, et le maïs, l'oignon, les haricots et le chou durant la saison sèche, ont été cultivées. Ce faisant, les exploitants ont été capables de produire suffisamment et d'augmenter les revenus du ménage toute l'année, tandis que leurs compétences quant à l'utilisation et la gestion de ces types de sols ont été renforcées. Le rendement du maïs dans les basses-terres est plus du triple (1500 à 3000 kg/ha) de celui des hautes-terres (200 à 800 kg/ha). L'intensification a réduit l'insécurité alimentaire dans la communauté et a créé une source de revenus. La capacité des exploitants à utiliser les ressources des sols hydromorphiques a été améliorée.

Introduction

Le district de Xai-Xai au Mozambique comprend une grande zone de sols hydromorphiques dans les terres humides saisonnièrement inondées connues sous le nom local de Machongos, avec un potentiel moyen à élevé pour la production agricole (riz, haricots, maïs, pomme de terre et

légumes) le long du fleuve Limpopo. Ces terres humides couvrent de grandes zones dans d'autres régions d'Afrique où elles sont connues sous le nom de Vleis (Afrique du sud et Zimbabwe), Dambos (Zambie), Mbugas (Afrique de l'est) et Fadamas (Afrique de l'ouest) (Daka, 2001). La moyenne annuelle des pluies dans le district de Xai-Xai est de 1135,9 mm avec une température moyenne de 22,3°C (Kassan et Velthuizen, 1981). La nature des types de sols et la végétation indigène prédominante associées à un faible drainage du sol rendent la préparation difficile. Ainsi, la plupart des paysans ne travaillaient que de petites parcelles pour cultiver la patate douce et les légumes destinés à la consommation familiale durant la saison sèche (non-inondable). Toutefois, les mauvaises récoltes régulières observées dans les hautes-terres en raison des variations climatiques, ont changé l'attitude des agriculteurs. Ils ont commencé à investir davantage d'efforts dans l'utilisation des basses-terres. Ils ont demandé de l'aide auprès des services de vulgarisation et des chercheurs concernant l'utilisation et la gestion améliorées de ces sols. C'est dans ce contexte que des expériences de démonstration avec le riz, le maïs et le chou ont été menées dans la communauté de l'Association des agriculteurs de Poiombo dans le district de Xai-Xai (24° 55' 47.5" S; 33° 42' 33.3" E). Le principal objectif de ces expériences était de démontrer les pratiques de gestion intégrée de la fertilité des sols (ISFM) dans le cadre de la gestion et de l'agriculture dans les sols hydromorphiques saisonnièrement inondés. Un objectif spécifique était de développer un ensemble de fertilisation et de gestion à l'azote pour la riziculture dans ce type spécifique d'environnement.

Matériels et Méthodes

Description du site

La terre était humide en permanence et l'agriculture y était impossible avant l'installation d'un système de drainage. Après l'établissement des canaux de drainage, il était maintenant possible de réguler la profondeur de l'eau. Ainsi, les limitations dues à la salinité, à la sodicité ou acidité ont été minimisées, rendant les sols faciles à travailler pour la pratique agricole toute l'année. Le sol est de type tourbeux, formé par l'accumulation de matières organiques, avec un niveau phréatique fluctuant entre la surface et 40 cm en fonction des systèmes de drainage. L'irrigation des cultures est essentiellement effectuée à travers la montée capillaire de l'eau d'un niveau phréatique.

¹Paulo Chaguala, IIAM-DARN, Direction de l'Agriculture et des ressources naturelles, Division de la Fertilité du sol. Av. das FPLM Nr.2698, P.O. Box 3658, Maputo, Mozambique, Courriel: Pachaguala@yahoo.com

²Laurinda Nobela, Eng^e Agrónoma, Science du sol, Institut de la recherche agricole du Mozambique (IIAM), Chercheuse, Fertilité du sol, Av. FPLM 2698, P. O. Box 3658, Maputo, Mozambique

Courriel: lnobela@yahoo.com.

Tel.: (258) 82 7823 640/84 7062 570

³Centimole (cmol) (+)/kg. Le Centimole (cmol) est une unité standard pour exprimer la concentration de cations de façon comparable.

Tableau 1 : Propriétés du sol au site expérimental

Profondeur du sol (cm)	pH H ₂ O	pH KCl	EC 1:2.5 mS/cm	H cmol+/kg	Al cmol+/kg	N Total % (Kjeldhal)	P disp mg/kg (Brayl)	OM % (perte au feu)	Bases extractibles (cmol+/kg ³) (Acétate d'ammonium)			
									Ca	Mg	K	Na
0-20	4,3	3,7	2,16	0,9	1,15	0,84	25,1	29,6	2,19	4,94	0,72	1,76
20-40	5,2	4,1	0,75	1,2	0	0,03	31,1	26,6	2,41	4,34	0,84	1,62

Le sol est fortement acide avec un pH (eau) variant de 4,3 à 5,2 (Tableau 1). La conductivité électrique (CE) variait de 0,75 à 2,16 mS/cm et donc seules les cultures sensibles seraient affectées négativement par la salinité. L'azote total est élevé dans la couche superficielle mais bas dans le sous-sol. La teneur en phosphore du sol est optimale, variant de 25,1 à 31,1 mg/kg (Bray 1). La matière organique du sol était très élevée (plus de 25%) comme d'habitude dans les sols tourbeux. Les rapports Ca/Mg sont très faibles (0,44 et 0,55) et ne sont pas favorables pour l'apport en calcium. À ces niveaux de ratios, le Mg causera également une dispersion des colloïdes du sol, déstabilisant ainsi la structure du sol. Les ratios Mg/K sont élevés (6,86 et 5,17) tout comme les ratios (Ca +Mg)/K (9,99 et 8,04). Ils sont toutefois encore acceptables pour l'absorption de potassium.

Méthodologie

Pour l'expérience avec le riz, il s'est agi d'une parcelle divisée avec trois niveaux d'azote (0,80 et 100 kg ha⁻¹) comme parcelle principale et de quatre cultivars de riz (Makassane, M'ziva, IR64 et Limpopo) comme sous-placettes à l'aide de trois réplicats. Le taux d'application de 80 kg N/ha a été calculé sur la base des analyses du sol et des besoins de la culture (méthode de Frank Bernard). Le taux d'application de 100 kg N/ha a été extrait de la recommandation générale d'engrais des cultures annuelles du Mozambique (Comunicação N° 88, INIA). En vue d'assurer que le phosphore n'est pas un facteur limitant dans l'absorption de l'azote et pour assurer le maintien du P du sol, 6,2 kg/ha de P ont été appliqués à tous les traitements à l'exception du témoin simulant la pratique des agriculteurs. Selon les conclusions de la recherche, la productivité potentielle des cultivars est de 7-7,8 t/ha pour Makassane, 3,5-4 t/ha pour M'ziva et 5-6 t/ha pour Limpopo et IR64. Tous les quatre cultivars sélectionnés sont des cultivars de longue saison, avec des périodes de croissance variant de 120 jours pour IR64 et Limpopo, à 128 jours pour M'ziva et 130 jours pour Makassane.

En raison du fait que la végétation prédominante dans ce type d'écosystème est de type prairie, un herbicide non-sélectif a

été pulvérisé en lieu et place du brûlage traditionnel pour le défrichage. Cela pour démontrer à la communauté que le brûlage n'est pas une bonne pratique pour défricher un sol organique puisqu'il peut causer des dégâts graves au sol et à l'environnement. L'expérience a été plantée durant la dernière semaine du mois de novembre 2013, après le début de la saison des pluies. La densité de plantation était de 166,667 plants/ha.

Expérience sur l'agriculture de conservation : Efficience de l'utilisation des nutriments du sol pour la culture intercalaire du maïs et des légumineuses dans le cadre de systèmes avec et sans labour

Le premier objectif était de démontrer l'avantage de l'utilisation d'herbicide total (glyphosate, couramment appelé *Roundup*) dans la préparation des terres par rapport au labour conventionnel ; et d'évaluer la contribution d'un système d'agriculture de conservation à la disponibilité des nutriments du sol et au rendement agricole. Le deuxième objectif était la diversification des cultures avec le maïs comme aliment de base et le haricot comme amélioration du régime alimentaire et pour la création de revenus.

L'essai a été planté durant la saison fraîche et sèche de 2013 et le dispositif expérimental était un dispositif en parcelles divisées avec la préparation de la terre (labourée et non labourée) comme parcelle principale et l'application du fertilisant comme sous-placette (3 niveaux d'azote 0,40 et 80 kg N/ha) avec une application du phosphore de base de 18 kg P/ha ; avec trois réplicats. La variété Matuba a été utilisée pour le maïs et PAN 148 pour l'espèce *Phaseolus vulgaris*; le maïs a été planté à un espacement de 80cm x 40 cm et les haricots ont été plantés entre les rangées de maïs. L'application du fertilisant était localisée par trou où l'engrais azoté n'était appliqué que pour le maïs, tandis que l'engrais P l'était pour les deux cultures. La seconde phase de l'expérience a été plantée durant la saison fraîche et sèche de 2014. Le niveau le plus élevé de l'engrais N (80 kg/ha) a été omis puisqu'aucune différence notable n'a été observée entre ce niveau et le faible niveau de N (40 kg/ha) durant la première saison.

Effets des engrais minéraux sur le rendement du chou dans les Machongos

L'objectif de cette expérience était d'évaluer l'effet du taux minimum d'application de l'azote sur les rendements du chou dans ce type de sol. Une expérience à la plantation a été établie durant la saison fraîche et sèche après les pluies, dans un dispositif de parcelle divisée avec 2 niveaux de préparation de la terre (labour et non-labour) comme parcelle principale et l'application d'engrais comme sous-placette avec 4 niveaux d'azote (0, 20, 40 et 80 kg N/ha) à 3 réplicats. La variété Gloria F1 était le chou. L'expérience a été plantée à un espacement de 60 cm x 40 cm et l'application de l'engrais a été localisée par rangée.

Les résultats des rendements obtenus ont fait l'objet d'une analyse statistique à l'aide du logiciel Statistix 9.

Résultats et discussion

Expérience du riz

Lorsqu'aucun engrais n'a été appliqué, le rendement moyen de tous les cultivars variait entre 1,8 et 2,2 tonnes/ha et il n'y avait pas de différences statistiques notables (Figure 1). Les cultivars ont réagi de manières notablement différentes à l'application de N. Les réponses de divers niveaux d'azote. IR64 et Limpopo ont eu une augmentation du rendement en réponse à l'application de N. Leurs réponses étaient du même ordre et n'étaient pas différentes statistiquement. Ces deux cultivars ont atteint leurs rendements génétiquement possibles de 5-6 t/ha aux deux taux d'application de N les plus élevés. Makassane et Mziva ont montré des réponses relativement faibles par rapport aux deux autres cultivars à la fertilisation à l'azote, donnant des réponses notablement plus faibles du point de vue statistique. Au taux le plus élevé d'application de N, le rendement de Mziva a presque doublé et a atteint son potentiel génétique de 3,5 à 4 t/ha. Makassane a beaucoup déçu, atteignant un rendement de moins de 3 t/ha tout en ayant un potentiel génétique de 7-7,8 t/ha. Il n'est peut être pas adapté aux conditions fortement acides du sol du site expérimental. Cela montre l'importance de sélectionner des cultivars adaptés aux conditions spécifiques. Le taux d'application de 80 kg/ha administré sur la base des calculs de Frank Bernard, s'est avéré être efficace du point de vue agronomique puisque l'augmentation au rendement de 100 kg N/ha était faible et insignifiante du point de vue statistique.

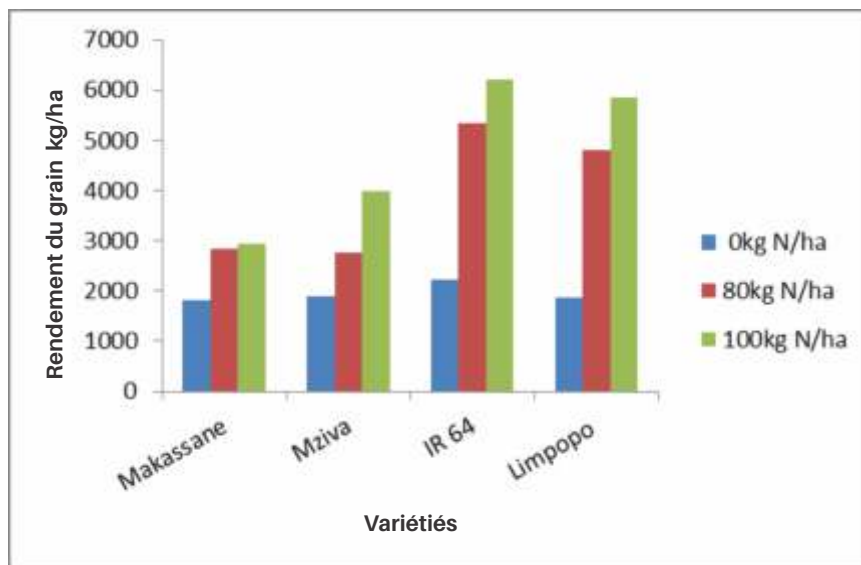


Figure 1. Rendements moyens des grains de riz

Résultats pour l'expérience de l'agriculture de conservation avec le maïs

Pour toutes les combinaisons de traitements, le rendement du maïs était supérieur dans le système sans labour durant la première année de l'essai (2013), mais les rendements étaient extrêmement faibles (Figure 2). L'effet bénéfique du non-labour pourrait s'expliquer par l'évaporation rapide sur les parcelles labourées associées aux faibles niveaux d'eau dans les canaux et il a fallu une longue période de temps pour faire monter l'humidité du sol au moyen de la capillarité. Dans le système sans labour, le rendement a presque doublé par rapport au témoin (culture unique du maïs sans engrais) pour toutes les parcelles fertilisées tandis que dans la culture intercalaire sans engrais, l'accroissement du rendement était de 205 kg/ha (environ 50%). Ainsi, la culture intercalaire du maïs avec le haricot a eu un effet positif. Dans les parcelles labourées, les engrais ont eu très peu d'effet, tandis que la culture intercalaire avec les haricots a eu un impact négatif infime. Cet effet négatif était probablement dû à la demande plus élevée en eau du nombre plus important de plantes (maïs et haricots) dans ces parcelles en situation de stress hydrique.

Durant la seconde saison de l'essai (2014), les tendances ont considérablement changé (Figure 3). Les rendements du maïs étaient toujours faibles, mais plus élevés que durant la saison précédente. Dans le système de non-labour, l'engrais azoté seul et les haricots sans engrais ont produit environ les mêmes augmentations de rendement, la combinaison de haricots et d'engrais étant légèrement inférieure à celles-ci. Sous le système avec labour, l'engrais azoté seul a eu un rendement faible. La grande différence par rapport à la saison précédente était que les parcelles labourées avec les haricots seulement ont produit plus que les parcelles non-labourées, surtout que les parcelles labourées avec les haricots et l'engrais N ont produit beaucoup plus que tous les autres traitements. La principale raison de ces différences entre les saisons était qu'à l'inverse de la saison pluvieuse précédente, les pluies étaient bonnes durant cette saison et ainsi les canaux ont maintenu des niveaux d'eau élevés. Le rendement moyen du maïs pour le traitement témoin (pas d'application d'engrais ou de haricots) était de 823 et 971 kg/ha respectivement pour les systèmes sans labour et avec labour, et pour les parcelles intercalées et fertilisées, 1122 et 1686 kg/ha respectivement pour les systèmes sans labour et avec labour.

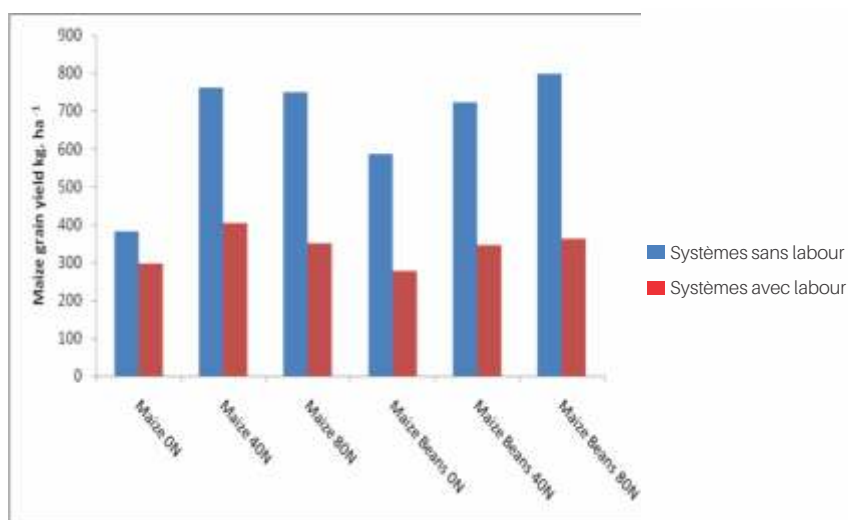


Figure 2. Rendement du grain de maïs en 2013

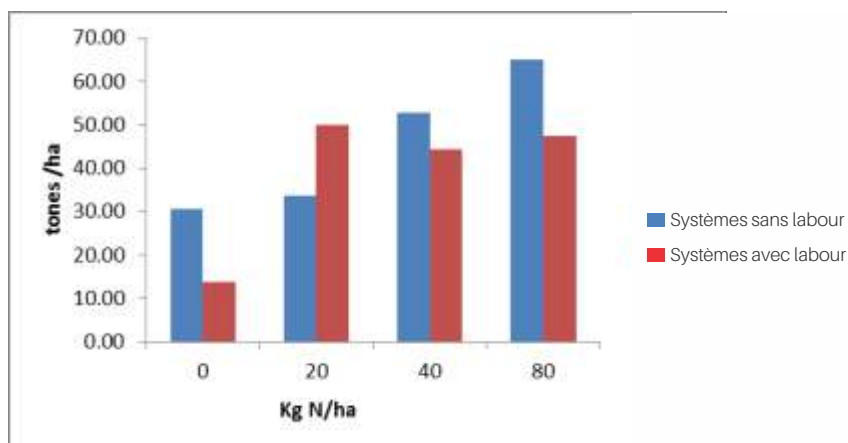


Figure 3: Rendement du grain de maïs en 2014

Résultats pour l'agriculture de conservation et l'expérience d'azote avec le chou

La Figure 4 représente la réponse du chou à l'engrais azoté dans les systèmes avec et sans labour. Dans les parcelles labourées, les rendements ont augmenté brusquement et dépassé ceux du témoin au taux d'application de N le plus bas (20 kg N/ha) et se seront ensuite stabilisés. Dans les parcelles sans labour, le rendement était sensiblement plus faible que dans les parcelles labourées au plus faible niveau de N, mais ont ensuite brusquement augmenté avec chaque augmentation supplémentaire de l'application de N. En conséquence, à 40 kg N/ha, il n'y avait pas de différence entre les parcelles labourées et les parcelles non-labourées, tandis qu'à une application de 80 kg N/ha, les rendements dans les parcelles non-labourées étaient notablement plus

élevés que dans les parcelles labourées. Ainsi, pour les petits agriculteurs pauvres, une combinaison de labour et d'application de N faible (20 kg N/ha) serait de loin la combinaison la plus réaliste.

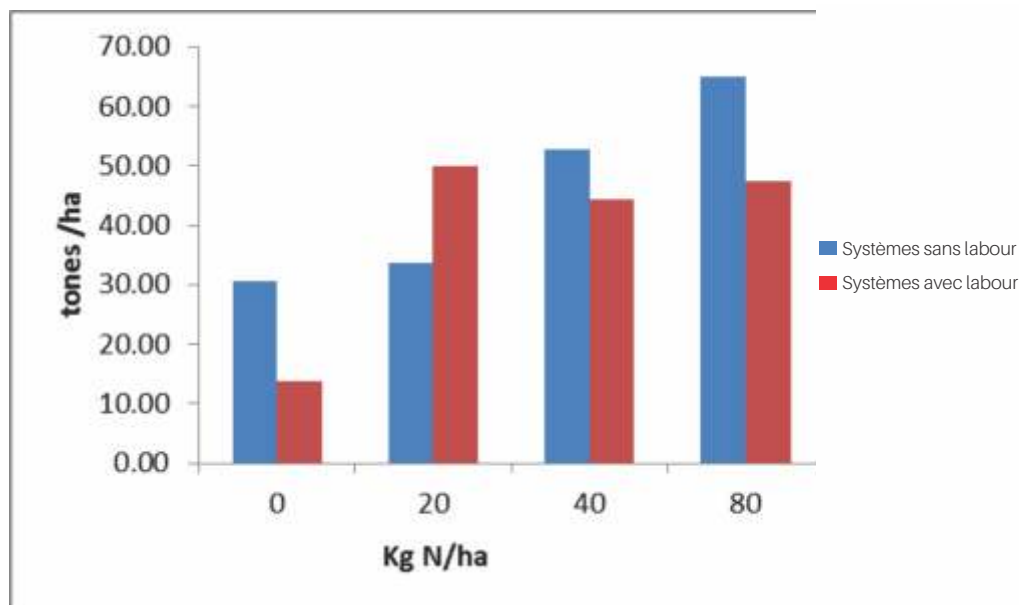


Figure 4: Réponse du chou à l'engrais azoté

Conclusion et recommandations

L'intensification agricole dans les sols hydromorphiques peut contribuer à développer ou renforcer les capacités et les compétences des communautés rurales à faire face aux menaces de la variabilité et du changement climatiques en fournissant des aliments toute l'année et en améliorant le régime alimentaire du ménage, et aussi en créant une source de revenu à travers la culture de légumes. Il est fortement recommandé de cultiver le maïs et les légumes durant la saison sèche après avoir cultivé le riz durant la saison pluvieuse.

L'utilisation de légumineuses intercalées avec le maïs et l'utilisation de taux d'application minimum de N entraînent une contribution positive et relativement peu chère à la production agricole pour les petits exploitants. Une production agricole accrue nécessitera un marché fiable pour vendre l'excédent. Cela nécessite de développer des entrepôts communautaires et des méthodes agroalimentaires.

Pour des conclusions fiables et le développement d'ensembles de production appropriés, il est recommandé de procéder à une analyse économique.

Références

Bernaert, F., 1991. Manual de avaliação de terra. Nota Interna DTA/INIA

Daka, A.E. 2001. Development of a technological package for sustainable use of dambos by small-scale farmers. PhD. Thesis, Univ. Pretoria, Pretoria, South Africa. 225 pages. Also available free on the internet at www.up.ac.za

Gertus, P., 1997. Recomendações de Adubação Azotada e fosfórica de culturas anuais alimentares e algodao em Moçambique. Comunicação N° 88, Serie Terra e Agua, INIA

Kassan, A.H. and Van Velthuizen, H.T., 1981. Climatic databank and length of growing period Land Resources Consultants FAO/Moz 75

Fertilité du sol et avantages climatiques de l'adoption de l'agriculture de conservation en région montagneuse de la Tanzanie

Janie Rioux¹ et Marta Gomez San Juan²

Résumé

La restauration et le maintien de la fertilité du sol sont essentiels à la productivité agricole et la sécurité alimentaire dans le cadre de l'agriculture pluviale à faibles intrants. L'Agriculture de conservation (AC) est un ensemble de pratiques qui peuvent réduire l'érosion du sol et rétablir la fertilité du sol, améliorant ainsi le rendement et contribuant à l'adaptation aux changements climatiques et à l'atténuation de leurs effets. Cet article présente les effets de l'AC sur le rendement du maïs et les flux de Gaz à effet de serre (GES) dans une région montagneuse de la Tanzanie. Les résultats montrent que certaines pratiques de l'AC (labour réduit avec paillis et remédiation de l'azote du sol avec des arbres légumineux ou un engrais azoté) peuvent potentiellement accroître de façon substantielle les rendements du maïs sans augmenter les émissions de GES, produisant des rapports rendement : émissions de GES plus favorables. Un grand nombre d'exploitants ont signalé l'adoption de pratiques individuelles de l'AC, variant de 83% pour le labour réduit à 86% pour le paillis. Toutefois, considérant la gestion de leurs trois principales parcelles, le taux d'adoption de l'ensemble des pratiques d'AC promues (labour réduit avec paillis et culture intercalaire) était faible : 45% pour une pratique et seulement 6% pour la pratique simultanée de deux sous-pratiques, et personne n'a appliqué l'ensemble des trois pratiques de l'AC. Cela montre que tandis que les chercheurs établissent des ensembles complets de pratiques, les exploitants choisissent et essaient les composantes séparément. Les principaux facteurs déterminant l'adoption étaient le niveau de pauvreté et de la sécurité alimentaire, le régime foncier et la disponibilité des terres, la main d'œuvre, les avantages perçus et l'accès aux informations et à la formation. L'article conclut que le rendement peut être intensifié en synergie avec la réduction des émissions de GES mais que les barrières à l'adoption doivent être prises en compte. En outre, des mécanismes d'incitations doivent être mis en place pour promouvoir l'adoption et l'amélioration des pratiques de gestion durable des sols telles que l'agriculture de conservation.

Introduction

Les pratiques de l'Agriculture de conservation (AC) sont largement promues comme composantes de la gestion durable des terres et de l'agriculture intelligente face au climat en Afrique subsaharienne. Les avantages de ces pratiques sur le rendement sont produites par la structure améliorée du sol et la fertilité accrue, la teneur en carbone, et la rétention de l'eau (Baker et al., 2007 ; Palm et al., 2014 ; Powlson et al., 2014). Toutefois, les effets sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) sont incertains dans la plupart des systèmes d'exploitation africains. En outre, les obstacles à la mise en

œuvre des pratiques d'AC sont complexes en raison de leurs caractéristiques spécifiques à chaque site.

Par conséquent, l'objectif de la présente étude est de tester les impacts de l'agriculture de conservation sur le rendement et les émissions de GES, et d'analyser les taux d'adoption et les obstacles pour différentes pratiques d'AC.

Méthodes

De 2011 à 2014, le Programme de la FAO sur l'atténuation du changement climatique dans l'agriculture (MICCA) a mis en œuvre l'Agriculture intelligente face au climat (AIC) dans deux projets pilotes au Kenya et en Tanzanie³. Les Projets pilotes de MICCA ont promu le développement d'une gamme de pratiques d'AIC pour les petits exploitants basées sur des évaluations d'experts et participatives. Dans les montagnes d'Uluguru en Tanzanie, le menu incluait les pratiques de l'AC, l'agroforesterie, la conservation du sol et de l'eau, et les fourneaux améliorés pour augmenter le rendement et améliorer les moyens d'existence, et aussi pour réduire l'érosion, le brûlage, et la déforestation. En plus de la mise en œuvre, les pratiques retenues ont été évaluées en termes de production alimentaire et d'avantages pour l'adaptation et l'atténuation au changement climatique. En outre, les déterminants de l'adoption ont été analysés afin d'éclairer la mise à échelle de l'AIC et les futures programmes de vulgarisation.

La surface totale analysée était de 16 812 hectares et incluait 18 326 personnes. La température annuelle varie entre 22 et 33°C et les précipitations entre 1500 et 1800 mm an⁻¹ avec la longue saison des pluies de mars à juin et la courte de la fin octobre au début de décembre. Les données ont été rassemblées sur une période de vingt et un mois, d'octobre 2012 à juin 2014 durant quatre saisons de croissance des cultures et deux saisons de jachère.

Premièrement, une étude a été menée pour évaluer le rendement du maïs et les émissions de GES de diverses sous-pratiques d'AC sur une parcelle expérimentale de 630 m² dans le village de Koleru. L'expérience consistait à cultiver sans irrigation quinze parcelles : trois répliqués de cinq traitements différents, deux qui étaient pratiqués dans la zone (1 et 2) et trois qui étaient encouragés par les activités de vulgarisation du projet de MICCA (3, 4 et 5), notamment 1) la culture

¹Janie Rioux. Fonctionnaire des Ressources naturelles et changement climatique. Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'agriculture (FAO), Division du Climat, de l'énergie et des régimes fonciers (NRC), Viale Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie
Courriel: Janie.Rioux@fao.org
Tél: +390657055282

²Marta Gomez San Juan. Consultante Agriculture et changement climatique. Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'agriculture (FAO), Division du Climat, de l'énergie et des régimes fonciers (NRC), Viale Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie
Courriel: Marta.GomezSanJuan@fao.org
³<http://www.fao.org/climatechange/micca/pilots/fr/>

conventionnelle avec le labour manuel à la houe et le semis aléatoire ; 2) le labour réduit avec paillis entre les bandes ; 3) le labour réduit avec le paillis et le lablab, une légumineuse de couverture ; 4) le labour réduit avec paillis et intercalé avec des arbres de la légumineuse *Gliricidia sepium* ; 5) le labour réduit avec paillis et engrais minéral (75 kg de N/ha). Les parcelles de labour réduit ont été préparées au moyen du double bêchage avant la saison des pluies de 2012 comme première étape dans la préparation de la terre à l'adoption du labour réduit. Elles ont été ensemencées avec le maïs Tan250 et la culture de couverture a été semée dix jours avant l'ensemencement du maïs. Aussi, les arbres de *G. sepium* ont été plantés sept mois plus tôt et la biomasse de leur feuillage a été ajoutée au sol après l'élagage (2 à 3 fois par saison de croissance). Les mesures suivantes ont été prises :

- Le rendement du maïs a été déterminé par l'estimation du poids sec par parcelle, sur la base du rapport poids secs-frais (séché dans un four à une température de 70°C). Les rendements finaux des grains et des tiges du maïs ont été exprimés en Mg ha^{-1} . Pour la culture intercalaire du *G. sepium*, l'apport d'azote du compost de la biomasse du feuillage laissée sur le sol a été mesuré à chaque période d'élagage. Le test consistait au séchage dans un four et à l'analyse des nutriments, et l'azote total a été déterminé en fonction de la matière sèche et de la concentration en N.
- Les mesures des flux de GES ont été effectuées à l'aide de techniques de la chambre statique. Les chambres mesuraient 27 x 37,2 x 10cm et étaient mises en place une semaine avant la première mesure et maintenues sur le site durant la saison entière. Chaque parcelle d'échantillonnage avait deux chambres, l'une dans une bande entre deux plants de maïs, et l'autre entre deux bandes. Durant les échantillonnages, les chambres étaient scellées pendant 30 minutes et toutes les 10 minutes, le gaz sur la chambre de compression était extrait à l'aide d'une seringue de 60 ml. L'ICRAF a analysé le contenu des échantillons par chromatographie en phase gazeuse et les a convertis sur une base de masse par unité de volume.
- Le système SAS a été utilisé pour analyser la normalité du rendement et les données de GES, à un seuil de 5% de signification.

Deuxièmement, des entretiens structurés avec les ménages (taille de l'échantillon $n=169$ avec 51% de femmes) ont été menés en même temps que des groupes de discussion ($n=5$) de 6 à 10 participants chacun. Ces entretiens étaient nécessaires pour recueillir des informations quantitatives et qualitatives sur les déterminants et les résultats de l'adoption

de l'AIC dans 8 villages des Montagnes d'Uluguru où le projet pilote du MICCA a été exécuté. Un sondage stratifié proportionnel a été utilisé pour sélectionner les répondants des divers villages parmi les participants du projet.

L'échantillon aléatoire des participants du projet a été calculé en tant que le rapport du nombre d'exploitants ayant reçu des formations sur ceux qui ont participé à la sensibilisation initiale avec 95% de niveau de confiance et 7% d'intervalle de confiance. L'échantillon était proportionnel entre les sites, comme les principales couches pour le sondage, et finalement équilibré selon le genre. Les données ont été analysées à l'aide du logiciel Statistical Package for Social Scientists (SPSS 20).

Les unités d'échantillonnage pour les questionnaires étaient les ménages. Les données ont été collectées sur les caractéristiques des ménages et des exploitations, la participation aux activités du projet MICCA, les pratiques d'AIC (taux d'adoption, contraintes et mesures incitatives), et les avantages sur la sécurité alimentaire et les moyens d'existence. L'échantillonnage avait déjà pris en considération la participation aux formations et comparé le nombre d'exploitants ayant reçu des formations et celui de ceux qui ont participé à la sensibilisation initiale.

Résultats

Résultats des essais sur le terrain

Les rendements, les émissions de GES et les émissions de GES par unité de rendement pour différentes sous-pratiques du paquet des pratiques de l'AC et le labour conventionnel, sont présentés au Tableau 1.

Kimaro et al. (2015) ont rapporté que les augmentations du rendement du maïs ont été statistiquement significative avec les traitements incluant le *G. sepium* et l'engrais. Des différences claires ($p < 0,05$) du rendement du maïs ont été observées entre la culture conventionnelle et la culture à l'aide des traitements à base de *G. sepium* et d'engrais pour trois des quatre saisons analysées. Aucune différence notable n'a été observée entre les pratiques à base de *G. sepium* et d'engrais et entre celles incluant le lablab et le paillis.

Concernant les émissions annuelles, il n'y avait pas de différences notables entre les traitements ($p > 0,05$). Une observation de l'intensité des émissions de GES (GHGi), c'est-à-dire l'émission de GES par unité de rendement en $\text{Mg CO}_2\text{eq Mg maïs}^{-1}$, les pratiques de *G. sepium* et d'engrais démontrent plus de potentiel, en plus du fait qu'elles sont les deux pratiques qui produisent une plus grande augmentation du rendement, respectivement de 54% et 43%.

Tableau 1. Effets des différentes pratiques sur le rendement annuel du maïs et les émissions annuelles de GES et l'intensité des émissions de GES

Paramètres (annuellement)	Labour conventionnel et semis aléatoire	Labour réduit avec paillis	Labour réduit avec paillis et lablab	Labour réduit avec paillis et <i>G. sepium</i>	Labour réduit avec paillis et engrais N
Rendement du maïs (Mg ha ⁻¹)	3,7	4,5 (22%*)	4,6 (24%*)	5,7 (54%*)	5,3 (43%*)
Émissions de GES du sol (Mg CO ₂ e ha ⁻¹)	4,6	5	5,1	5	4,7
GHGi (Mg CO ₂ e grain Mg ⁻¹)	1,2	1,1	1,1	0,8	0,8

* = Augmentation du pourcentage supérieur au rendement avec le labour conventionnel

Source : Kimaro et al., 2015

(Source: Kimaro et al., 2015)

Résultats de l'enquête des exploitants

Un grand nombre d'exploitants ont rapporté s'adonner à des pratiques d'agriculture de conservation. Toutefois, pour leurs trois parcelles principales, (c'est-à-dire avec une plus grande étendue et desquelles ils obtiennent la majorité de leur production), le taux d'adoption était plus faible, et même plus pour les pratiques combinées de l'agriculture de conservation. Le paquet de pratiques de l'AC promu incluait le labour minimum, le paillis et les cultures de couverture ou cultures intercalaires.

Lorsqu'il a été demandé aux exploitants dans l'enquête s'ils exercent des pratiques individuelles de l'AC, les taux d'adoption étaient élevés comme démontré par la Figure 1 ci-après. Toutefois, pour ce qui est de la gestion de leurs trois principales parcelles, le taux d'adoption du paquet de pratiques de l'AC était faible : 45% pour une pratique et seulement 6% pour deux pratiques de l'AC en même temps. Aucun de ces agriculteurs ne pratiquait l'ensemble des 3 pratiques de l'AC.

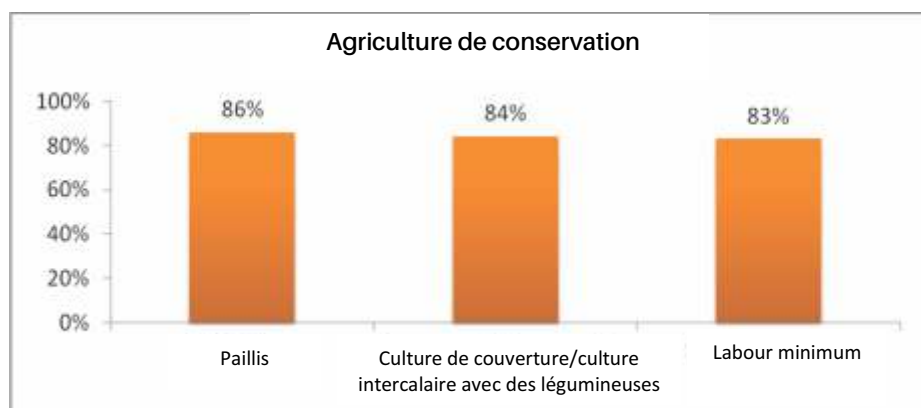


Figure 1: Pourcentage des agriculteurs utilisant les pratiques individuelles de l'Agriculture de conservation (FAO, données non publiées)

Les principaux facteurs d'adoption rapportés par les exploitants enquêtés dans la présente étude étaient le niveau de pauvreté et de la sécurité alimentaire, le régime foncier, la disponibilité des terres, la main d'œuvre, les gains perçus et l'accès aux informations et à la formation. Beaucoup de ces facteurs ont également été mentionnés durant les discussions de groupes. Par exemple, les ménages plus aisés pratiquaient la rotation des cultures parce qu'ils possèdent davantage de terres et de paillis pour la culture de légumineuses qui requièrent des intrants, des outils et l'accès aux marchés. D'un autre côté, les agriculteurs qui louent la terre adoptent le paillis, car il est temporaire, peu cher et facile à pratiquer et il contribue également à lutter contre l'érosion du sol sur les terres en pente. Le régime foncier incertain a été mentionné comme obstacle à l'adoption de l'agriculture de conservation.

La disponibilité des terres était une autre préoccupation qui revient, puisque les agriculteurs qui ont un accès limité aux terres considèrent qu'il est risqué de tester de nouvelles pratiques. La main d'œuvre (sa disponibilité et/ou son coût) était également

une contrainte pour l'expérimentation et la mise en œuvre des nouvelles pratiques. La perception de gains de productivité élevés en termes de rendement accru, est un facteur clé dans l'adoption du paillis et des cultures de couverture. Dans les groupes de discussion, les agriculteurs voient le potentiel d'amélioration de la productivité, en particulier sur les terres en pente. L'absence d'accès approprié aux informations était un obstacle à l'adoption des pratiques de l'AC. L'établissement et la promotion des champs-écoles constituaient un facteur positif dans l'adoption. Les groupes de microcrédit peuvent aussi aider les exploitants, surtout les femmes et les jeunes, à adopter de nouvelles pratiques.

Tableau 2. Obstacles et mesures incitatives dans l'adoption des pratiques de l'AC dans la zone de Kolero

Obstacles et mesures incitatives	
Paillage	Perçu comme ayant la plus faible productivité de toutes les pratiques de l'AC, mais étant l'une des deux pratiques au coût le plus raisonnable. Les raisons principales évoquées par près d'un tiers des exploitants pour l'adoption et l'utilisation continue étaient la promotion par les agents du projet, et les avantages immédiats découlant de l'adoption. La formation spécifique augmente le taux d'adoption.
Culture de couverture/ culture intercalaire	Perçue comme étant l'une des deux pratiques de l'AC les moins coûteuses. La raison principale de l'adoption et l'utilisation continue évoquée par environ 40% des répondants, est la promotion par les agents du projet. Environ un quart des répondants ont également reconnu les avantages immédiats de l'adoption des cultures de couverture. Très peu de personnes ont désadopté les cultures de couverture.
Labour minimum	Perçu comme ayant la plus grande productivité parmi toutes les pratiques de l'AC. La formation spécifique accroît l'adoption ainsi que la participation aux champs-écoles et aux démonstrations. La principale raison de l'adoption est la promotion par les agents du projet. Les principales raisons des rares cas d'abandon étaient leur perception qu'il y a peu de bénéfices et qu'il y a de meilleures pratiques.



Figure 2: Agriculteurs pratiquant l'agriculture de conservation (labour réduit, paillage, cultures de couverture/ cultures intercalaires)

Discussion et conclusions

Les résultats du Projet pilote de MICCA ont montré qu'il n'existe pas de conflit entre accroître la production de maïs et réduire les émissions de GES à travers l'AC dans cette région de la Tanzanie. L'AC fournit de multiples avantages pour les sols et les cultures qui font d'elle une solution prometteuse pour la gestion durable des sols. Toutefois, plusieurs obstacles à l'adoption de l'ensemble des pratiques d'AC existent. Les agriculteurs dans la zone de Kolero ont tendance à ne pas adopter l'ensemble complet des pratiques de l'AC. L'avantage principal perçu par les agriculteurs est la disponibilité alimentaire accrue, essentiellement à travers la production alimentaire accrue, ce qui est très pertinent considérant que 65% des ménages sont en situation d'insécurité alimentaire dans cette zone. Toutefois, il est important de noter que l'implication des résultats de la Figure 1 et la conclusion que seulement 6% des agriculteurs ont adopté deux pratiques de l'AC dans leurs principales parcelles, et que personne n'utilise les trois pratiques de l'AC, montre qu'en dépit du fait que les chercheurs considèrent les pratiques comme un paquet, les agriculteurs voient plutôt les composantes individuelles d'un paquet qu'ils choisissent séparément.

Il est donc essentiel de mieux comprendre les mesures incitatives et les obstacles afin de renforcer l'adoption des différentes composantes d'un ensemble. L'adoption est également très influencée par la formation et l'enseignement aux agriculteurs et par l'échange entre agriculteurs. Des activités de vulgarisation bien conçues ainsi que l'appui technique pour inciter les agriculteurs à adopter les nouvelles pratiques et technologies sont essentiels. Les groupes d'agriculteurs doivent être viables, et des mécanismes de récompense mis en place pour les participants et leur formateurs. Les groupes d'agriculteurs, la participation des

décideurs locaux, et les systèmes de microcrédits sont nécessaires pour mettre en œuvre et améliorer la gestion durable des terres. Il est important de lier la promotion de pratiques et technologies intelligentes face au climat aux services et mesures durables de la vulgarisation (ex. activités génératrices de revenu, marchés stables, apprentissage de groupe, accès aux semences pour les cultures à haut rendement et rendement rapide, et accès aux prêts). La mise à l'échelle des pratiques de gestion durable du sol dans différents systèmes d'exploitation est essentielle pour informer le développement futur des programmes de vulgarisation et de plans d'investissement.

Références

- Baker, John M., Tyson E. Ochsner, Rodney T. Venterea, Timothy J. Griffis. "Tillage and soil carbon sequestration—What do we really know?" *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118 (2007): 1-5.
- Kimaro, A., Mpanda, M., Rioux, J., Aynekulu, E., Shaba, S., Thiong'o, M., Mutuo, P., Abwanda, S., Shepherd, K., Neufeldt, H., Rosenstock, T. Is conservation agriculture 'climate-smart' for maize farmers in the highlands of Tanzania? *Nutrient Cycles in Agroecosystems* (2015)
- Palm, Cheryl, Humberto Blanco-Canqui, Fabrice DeClerck, Lydia Gaterea, and Peter Graced. "Conservation agriculture and ecosystem services: An overview". *Agriculture, Ecosystems & Environment* 187 (2014): 87-105.
- Powlson, David S., Clare M. Stirling, M. L. Jat, Bruno G. Gerard, Cheryl A. Palm, Pedro A. Sanchez, and Kenneth G. Cassman. "Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation". *Nature Climate Change* 4 (2014): 678-683.

Observations sur le terrain: Impacts des programmes de conservation sur les stratégies de moyens d'existence des communautés et les structures locales de gouvernance dans la Chaîne montagneuse de l'Arc oriental en Tanzanie

Dana M. Baker¹

Résumé

La présente étude examine l'impact des programmes de conservation sur les stratégies de moyens d'existence et les structures locales de gouvernance à divers sites sélectionnés à travers la Tanzanie. La recherche présentée ici fait partie d'une étude d'envergure globale menée en collaboration avec des chercheurs à l'École des sciences forestières et études environnementales de l'Université Yale, et examine les facteurs favorisant la reproduction, l'intégration et la mise à niveau des projets de conservation et de développement à travers cinq pays.

Les résultats en Tanzanie montrent que les interventions de conservation et de développement ont un succès et impacts mitigés. Dans le champ d'application de cette étude, quatre mécanismes clés qui influencent positivement les programmes de conservation et les stratégies de moyens d'existence seront discutés. Ils incluent : 1) la négociation et l'établissement de politiques au niveau local, 2) l'adoption de mécanismes de responsabilité et de transparence, 3) l'abandon des formes collectives de gouvernance pour permettre aux acteurs de bénéficier à titre individuel, et 4) la promotion de l'intégration et de l'utilisation des marchés. Pourtant, même avec un cadre politique fort et le financement international dont bénéficient généralement les programmes de gestion des ressources naturelles et de développement, des défis majeurs persistent et entravent l'utilisation durable des ressources naturelles en Tanzanie.

Introduction

Au cours de la décennie écoulée, les approches à base communautaire de la conservation et de la gestion des ressources naturelles ont été très critiquées pour n'avoir pas réussi à produire des avantages tangibles tant pour les ressources naturelles que pour les communautés humaines (Leach et al. 1999; Sheppard et al., 2010). Cette perception d'échec a poussé un grand nombre d'acteurs à remettre en question la validité d'une approche intégrée de la conservation et du développement (Blaikie, 2006). Pourtant, l'interdépendance de la conservation de la biodiversité et de la réduction de la pauvreté signifie qu'aucun de ces objectifs ne saurait être poursuivi en isolement de manière efficace. Aujourd'hui, ces deux notions continuent d'occuper une position centrale dans les programmes politiques des états en développement (Agrawal & Redford, 2006) en dépit du fait qu'il existe très peu de preuves ou d'expériences pragmatiques sur l'impact des politiques de conservation

mis en œuvre dans les zones protégées (ZP) (Castillo et al., 2006; Clements et al., 2014).

Actuellement, les choix politiques sont limités par le manque d'informations concernant l'impact des programmes sur les moyens d'existence locaux (Agrawal & Redford, 2006). La présente recherche tente de combler les lacunes actuelles en matière de documentation en étudiant l'impact des interventions communautaires de conservation sur les stratégies de moyens d'existence et les structures locales de gouvernance en Tanzanie. Des études de cas permettent de comparer et d'analyser les forces des programmes individuels afin de mener de manière positive les interventions de conservation et de développement.

Matériels et méthodes

La zone d'étude, à savoir, la Chaîne montagneuse de l'Arc oriental en Tanzanie, comprend quelques uns des blocs forestiers les plus importants en Afrique (Burgess et al., 2000). Elle est largement reconnue par les organisations internationales de conservation comme un centre mondial d'endémisme de la flore et de la faune (Global Environment Facility, 2006). En plus des efforts accrus de protection consentis par le gouvernement central durant les deux dernières décennies, de multiples interventions ont tenté d'impliquer les communautés locales plus directement dans la gestion des ressources forestières (Ministry of Natural Resources, 2001). Plusieurs de ces interventions sont directement centrées sur l'augmentation de la production des petites exploitations situées près des ZP à travers la gestion de la fertilité du sol, les programmes agroforestiers et les projets de petite irrigation. D'autres interventions encore mettent l'accent sur la diversification des stratégies de moyens d'existence dans le but de réduire la pression globale à laquelle sont soumises les ressources naturelles de la région.

Une approche multi-sites a été utilisée pour effectuer une analyse comparative des contextes politique, social et environnemental des programmes de conservation à 14 sites retenus à travers le pays et situés dans trois zones géographiques d'intérêt : le Parc national du Kilimandjaro, la Chaîne montagneuse de l'Arc oriental et le Parc national de Jozani au Zanzibar. La portée du présent article concerne les résultats de projets évalués dans la Chaîne montagneuse de l'Arc oriental dans lequel cinq des sites étaient situés. La sélection des sites d'étude a été effectuée à l'aide de diverses variables y compris la zone focale de l'intervention de conservation, le temps écoulé depuis la fin du projet, et la proximité d'une réserve naturelle.

¹Chercheuse Diplômée, financée par Fox International Fellowship, Université du Ghana, Institut des Études environnementales et sanitaires.

P.O. Box LG25 Legon, Ghana, Afrique de l'ouest

Courriel : Dana.baker@yale.edu

Tel. : +1 415 235 5027

²Tanzania Forest Conservation Group.

Les données et informations spécifiques recueillies à chaque site variaient en fonction de l'objectif d'une intervention donnée. Toutefois, les indicateurs peuvent être organisés en quatre grandes catégories : 1. Changements du statut socio-économique ; 2. Développement des capacités selon les échelles individuelles et institutionnelles ; 3. Éducation et sensibilisation sur les questions relatives à la gestion des ressources naturelles, et 4. Développement institutionnel et politique.

Résultats et discussion

Les interventions de conservation et de développement dans les Montagnes de l'Arc oriental renforcent le lien entre les moyens d'existence, le capital naturel et la pauvreté, un lien qui demeure un défi fondamental pour les efforts de conservation des forêts tanzaniennes. Il a été noté que quatre mécanismes influencent les résultats des interventions de conservation : Premièrement, la négociation et l'établissement de politiques locales ont réussi à définir et à faire appliquer la gestion durable des ressources naturelles au sein des communautés impliquées. Deuxièmement, l'adoption des mécanismes de redevabilité et de transparence a permis de concevoir et d'appuyer des institutions locales fortes. Troisièmement, l'abandon de la dépendance envers les groupes d'exploitants, permet aux agriculteurs de produire et de bénéficier individuellement, renforçant leur motivation pour l'application des pratiques de gestion des terres. Et finalement, la promotion de l'intégration et de l'utilisation du marché a influencé le comportement positif de conservation en diversifiant les options de moyens d'existence pour les petits agriculteurs.

La négociation et l'établissement de politiques au niveau local a contribué à l'obtention de droits d'utilisation de l'eau et de droits fonciers dans l'ensemble de la chaîne montagneuse (Tableau 1). Par exemple, au niveau des villages, de nouveaux statuts dans les communautés à l'extérieur de la Réserve naturelle de Chome, stipulent que les agriculteurs recevant de l'eau provenant d'un système d'irrigation nouvellement construit doivent terrasser leur terre et utiliser des techniques d'agroforesterie. Si un agriculteur n'accepte pas d'appliquer ces pratiques, il ne recevra pas l'eau d'irrigation du nouveau système. Une telle politique renforce la durabilité des programmes de conservation en renforçant la capacité des autorités villageoises à créer et à démontrer des comportements durables. Trois ans après la mise en œuvre de cette politique, les agriculteurs participants ont fait état d'une augmentation de 200% du rendement des cultures (Source: SAIPRO Agro Forestry Officer Monitoring Records, Décembre 2012).

Tableau 1 : Nom du projet, institution exécutante et résumé des changements politiques locaux observés avec l'impact noté

Projet évalué dans les montagnes de l'Arc oriental: Nom et Organisation exécutante	Changement politique au niveau local (Oui/Non)	Impact observé
1. Améliorer les moyens d'existence de la Réserve naturelle de Nilo jouxtant les communautés locales à travers la mise en œuvre d'activités non-consommatrices Organisation exécutante: <i>Réserve naturelle de Nilo</i>	Oui: Le statut de la Réserve naturelle de Nilo est récemment passé de réserve forestière à réserve naturelle, modifiant ainsi les droits d'accès et les politiques au niveau local.	Les programmes de conservation ont établi des relations avec les groupes de communautés locales à travers les champs écoles, l'agroforesterie et les projets d'apiculture. Le statut supérieur de la réserve a restreint l'accès aux communautés locales, intensifiant la pression et la dégradation des terres au sein des communautés externes, et rendant les rapports entre les parties prenantes tendues
2. Conservation durable de la Réserve naturelle de Chome à travers l'autonomisation et la participation active des communautés adjacentes. Organisation exécutante: <i>Groupe tanzanien de conservation des forêts²</i>	Oui: Le statut de la Réserve naturelle de Chome est récemment passé de réserve forestière à réserve naturelle, modifiant ainsi les droits d'accès et les politiques au niveau local Le projet a conçu et exécuté de nouveaux plans et politiques de gestion des terres.	Le projet a conçu et mis en œuvre de nouvelles politiques d'utilisation des terres en cartographiant officiellement les ressources locales. Les plans ont renforcé l'aptitude et les capacités des autorités villageoises à stopper l'envahissement et le pompage des sources d'eau locales. Le statut supérieur de la réserve a restreint l'accès aux communautés locales, intensifiant la pression et la dégradation des terres dans les communautés externes, et rendant les rapports entre les parties prenantes tendues.
3. Chome: Conservation du sol et gestion de l'environnement sur les hautes-terres du District de Same Organisation exécutante: <i>SAIPRO</i>	Oui: Seules les exploitations utilisant les techniques de conservation du sol obtiendront l'eau du nouveau système d'irrigation. Les exploitations doivent avoir des terrasses construites avant décembre 2015.	Augmentation de 200% du rendement des cultures signalée par les exploitants participants. Renforcement des autorités villageoises pour faire appliquer la politique.
4. Projet d'élevage des papillons d'Amani Organisation exécutante: <i>Groupe tanzanien de conservation des forêts</i>	Non: Le projet a mis l'accent sur l'intégration des marchés et le renforcement des institutions locales afin d'assurer la transparence et la responsabilité.	Le projet a réalisé un bénéfice de 90 000 USD (2014). Le Fonds de développement communautaire a été utilisé pour construire des bornes fontaines et étendre le réseau électrique dans les villages participants. Le Fonds communautaire de développement et le programme de partage des recettes sont essentiels à la réussite, ainsi que la capacité individuelle à faire des bénéfices.
5. Appui à la participation de la communauté à la conservation de la biodiversité de la Réserve naturelle d'Amani dans les Montagnes orientales d'Usambara. Organisation exécutante: <i>Réserve naturelle d'Amani</i>	Pas de changement de politiques	Gagnant du prix Equator (2008). Le projet a mis l'accent sur l'établissement de parcelles de démonstration et de champs écoles pour démontrer les meilleures pratiques, les techniques agroforestières, et l'apiculture. Le projet a permis à la Direction de la réserve d'établir des relations avec la communauté.

L'implication des autorités villageoises pour assurer le succès de la création et de l'application des politiques au niveau local comme observé dans les villages autour des Réserves naturelles de Chome et Nilo, souligne l'importance de la décentralisation dans l'établissement des règles pour la réussite du programme de conservation. D'autres études soutiennent la notion selon laquelle la décentralisation de l'autorité est un facteur important pour améliorer les chances de succès du programme, pourvu que des institutions locales fortes soient présentes (Agrawal & Redford, 2006; Garnett et al., 2007). Ostrom et Hayes (2005) notent le rôle de la prise de décision décentralisée dans le succès des ZP dans le cadre d'un examen global des conditions des forêts à l'intérieur et à l'extérieur des réserves. Leurs conclusions montrent que les conditions des forêts sont plus étroitement liées à la participation locale en matière d'établissement des règles sur l'utilisation des forêts, que tout autre système central de désignation des parcs.

L'importance de créer des institutions locales fortes pour la mise en œuvre réussie des programmes de conservation est évidente dans les communautés environnantes de la Réserve naturelle d'Amani. À partir de 2003, un projet de développement d'entreprise qui au départ formait 10 agriculteurs, forme désormais plus de 150 agriculteurs individuels. Le projet fournit aux petits exploitants de subsistance une source de revenus avec un impact minimal sur l'environnement naturel. Les activités du programme ont diversifié les stratégies de moyens d'existence, réduisant la dépendance envers l'agriculture comme gagne-pain unique. Deux mécanismes contribuent au succès du projet. Premièrement, un cadre clair de partage des recettes a été établi dès le départ, dans le cadre duquel 28% des ventes totales sont utilisées pour couvrir les coûts administratifs du projet, 7%

sont versés à un Fonds communautaire de développement, et 65% sont retournés aux agriculteurs individuels qui sont payés à l'avance en fonction de leur rendement individuel. Les agriculteurs individuels peuvent observer l'impact financier direct de leurs efforts : plus un agriculteur consacre du temps et d'efforts à son entreprise, plus ses recettes seront importantes à la fin du mois. Deuxièmement, l'établissement d'un comité élu qui détermine les politiques, les finances et le marketing du groupe, renforce la responsabilité et la transparence du programme, et la confiance entre les parties prenantes. Le comité élu contrôle également toutes les étapes de la chaîne de valeur, des producteurs aux acheteurs, réduisant la dépendance envers les intermédiaires, augmentant ainsi les bénéfices pour toutes les personnes impliquées.

Maintes interventions de conservation et de développement continuent de dépendre des groupes d'exploitants et des modèles de gouvernance collective où les recettes générées sont distribuées équitablement dans le groupe en dépit du fait que certaines personnes ne contribuent pas tandis que d'autres investissent plus de temps et d'effort. En dépit des avantages de ce modèle collectif qui comprend l'investissement à capital plus faible ainsi que des coûts de maintenance et de main d'œuvre moindres, il est clair que la productivité individuelle des exploitants, et par conséquent la productivité de la communauté entière, est gravement affaiblie par ces arrangements. Une dynamique de groupe problématique a été résolue dans les deux cas discutés ci-dessus grâce à la création de mandats permettant aux exploitants de produire individuellement.

Les travaux par Stem et al. (2005) soutiennent la notion selon laquelle le rôle de l'intégration et de l'utilisation du marché influence le comportement de conservation. Ils ont trouvé que lorsqu'une entreprise viable est liée à la biodiversité d'une aire protégée et génère des avantages pour les personnes au sein d'une communauté d'acteurs, ces derniers agissent pour contrecarrer les menaces pesant sur la ressource (Stem et al., 2005). Toutefois, les avantages reconnus de la conservation découlant du développement d'entreprise pourraient également résulter d'un processus d'apprentissage renforçant les institutions locales et améliorant l'application de l'utilisation de la biodiversité, ainsi que la gestion des ressources naturelles et des services écosystémiques.

Conclusion

Les projets évalués ici illustrent un ensemble varié de dispositions institutionnelles entre les autorités villageoises, les acteurs nationaux et les organisations internationales. L'étude rapporte que la mise en œuvre réussie des interventions de conservation et de développement de la biodiversité est fonction de la manière dont les communautés sont approchées, de la présence d'institutions locales fortes, et du développement et de la mise en œuvre de mécanismes qui assurent la transparence et la redevabilité des fonds du projet. Un élément intéressant qui justifie une exploration plus poussée est l'abandon des approches traditionnelles de gouvernance collective et de groupes d'exploitants pour permettre aux exploitants de produire et de bénéficier individuellement. Pourtant, même avec un cadre politique fort, et le financement international dont bénéficie la gestion des ressources naturelles, les défis s'accroissent et entravent l'utilisation durable des ressources naturelles de la Tanzanie.



Photo 1. Les communautés à l'extérieur de la Réserve naturelle de Chome ont connu une augmentation de 200% du rendement des cultures après la construction de nouveaux canaux d'irrigation et la mise en œuvre de techniques d'agroforesterie et de conservation du sol.

Source de la photo : Dana Baker



Photo 2. Un éleveur de papillons debout près de sa cage à papillons dans une communauté hors de la Réserve naturelle d'Amani. Le projet a débuté en 2003 avec 10 agriculteurs formés et compte désormais plus de 150 participants dans 6 villages. Un leadership fort, la transparence et la redevabilité, et un marché externe établi ont sensiblement contribué au succès continu du programme.

Source de la photo : Dana Baker



Photo 3. De petites exploitations longeant la Réserve naturelle de Chome en Tanzanie démarquent une frontière nette entre la forêt et les terres agricoles.

Source de la photo : Dana Baker

Références

Agrawal, A., & Redford, K. (2006). Poverty, Development, And Biodiversity Conservation: Shooting in the Dark? *Wildlife Conservation Society Working Paper*, (26), 150.

Blaikie, P. (2006). Is Small Really Beautiful ? Community-based Natural Resource Management in Malawi and Botswana. *World Development*, 34(11), 1942-1957. doi:10.1016/j.worlddev.2005.11.023

Burgess, N., Lovett, J., Mhagama, S., & Biodiversity, U. M. (2000). Biodiversity Conservation and Sustainable Forest Mangement of the Eastern Arc Mountains. *Draft Paper for the GEF Eastern Arc Strategy*, 120.

- Castillo, O., Clark, C., Coppolillo, P., Kretser, H., McNab, R., Noss, A., ... Castillo, B. O. (2006). Casting for Conservation actors : people , partnerships and wildlife Casting for Conservation actors : People , Partnerships and Wildlife. *Wildlife Conservation Society Working Paper* (28), November 2006, 1-98.
- Clements, T., Suon, S., Wilkie, D. S., & Milner-Gulland, E. J. (2014). Impacts of Protected Areas on Local Livelihoods in Cambodia. *World Development*, 64, S125S134. doi:10.1016/j.worlddev.2014.03.008
- Garnett, S. T., Sayer, J., & Toit, J. (2007). Improving the Effectiveness of Interventions to Balance Conservation and Development : a Conceptual Framework. *Ecology and Society*, 12 (1), 2. Retrieved from <http://ibcperu.org/doc/isis/8563.pdf>
- Global Environment Facility. (2006). Conservation and Management of the Eastern Arc Mountain Forests, Tanzania : GEF-UNDP Eastern Arc Mountains Strategy Discussion Document: July, 2006 (Vol.1).
- Hayes, T., & Ostrom, E. (2005). Conserving the worlds forests: Are protected areas the only way? *Indiana Law Review*, 38(3), 595.
- Leach, M., Mearns, R., & Scoones, I. (1999). Environmental entitlements: Dynamics and institutions in community-based natural resource management. *World Development*, 27(2), 225247. doi:10.1016/S0305-750X(98)00141-7
- Ministry of Natural Resources and Tourism. (2001). Action Research into Poverty Impacts of Participatory Forest Management: Selected Case Studies from the Eastern Arc Mountains area of Tanzania. *Global Environment Facility Socio-economic Monitoring Programme*, 1-149
- Sheppard, D. J., Moehrenschrager, A., Mcpherson, J. M., & Mason, J. J. (2010). Ten years of adaptive community-governed conservation: evaluating biodiversity protection and poverty alleviation in a West African hippopotamus reserve. *Environmental Conservation*, 37(03), 270282. doi:10.1017/S037689291000041X
- Stem, C., Margoluis, R., Salafsky, N., & Brown, M. (2005). Monitoring and evaluation in conservation: a review of trends and approaches. *Conservation Biology*, 19(2), 295309.
- Wilkie, D. (2007). Translinks Livelihood Surveys: A tool for conservation design, action and monitoring. *Wildlife Conservation Society*, 1-15.

Analyse de la diversification durable des moyens d'existence des communautés de pêche maritime au Bénin

Katrien Holvoet¹, Denis Gnakpenou² et Rita Agboh Noameshie³

Résumé

Les communautés de pêche en mer au Bénin souhaitent diversifier leurs revenus de base parce que la pêche ne fournit plus suffisamment de recettes pour satisfaire les besoins des ménages. Les terres agricoles à proximité des communautés peuvent servir de nouvelles sources de revenu. Par conséquent, le maraichage a commencé à gagner du terrain sur les sols sableux de la plage et sur les sols ferrugineux légèrement salins des plaines inondables. Afin de répondre au besoin d'une gestion durable des sols et de l'eau, AfricaRice, le Centre international de développement des engrais (IFDC), et le Programme de la FAO « Réponse stratégique au VIH/SIDA au profit des communautés de pêche en Afrique », forment et soutiennent les jeunes pour l'utilisation efficace et durable des terres et de l'eau. L'objectif du présent article est de documenter comment les partenaires peuvent utiliser les jeunes au sein des communautés de pêcheurs comme innovateurs pour l'introduction de l'utilisation efficaces de l'eau d'irrigation associée à l'aquaculture et des variétés améliorées pour obtenir un revenu plus conséquent de la riziculture et de la production de piment fort.

Deux protocoles d'action-recherche ont été développés : un en collaboration avec the AfricaRice Centre (AfricaRice) visant à comparer les variétés de riz, et le second en collaboration avec l'IFDC et visant à comparer les techniques de maraichage et la combinaison de l'irrigation avec l'utilisation de bassins aquacoles.

Les résultats des tests des variétés de riz ont aidé à identifier les variétés de riz à haut rendement qui peuvent produire plus de 5 tonnes/ha de riz aquatique et 3 tonnes/ha de riz irrigué. D'un autre côté, une comparaison des systèmes d'irrigation pour la production de la variété de piment NIKLY a montré que la production était plus importante avec l'irrigation au goutte-à-goutte associée à l'utilisation des bassins de pisciculture. Le rendement de cette double production a atteint 10,691 kg/ha pour les fruits frais de piment et un total de 56.5 kg de poisson de l'espèce *Clarias* pour une saison.

Introduction

En raison de l'imprévisibilité des saisons de pêche et une réduction des captures de poissons due aux impacts du changement climatique, les communautés de pêche en mer au Bénin ont manifesté un intérêt croissant pour la diversification de leurs moyens d'existence. En même temps, ces communautés sont également confrontées à la réduction de la production agricole en raison de la salinité de l'eau souterraine utilisée pour l'irrigation. Toutefois, les

potentiels des secteurs agricole et aquacole, les innovations techniques de l'irrigation et la gestion durable des terres sont méconnus des acteurs du secteur de la pêche.

Une étude menée essentiellement dans les communautés de pêche et documentée en 2008, a révélé que ces communautés bénéficient d'une diversité et sécurité alimentaires relativement satisfaisantes. Toutefois, les ménages qui dépendent surtout du maraichage pour leurs moyens d'existence, jouissent d'une meilleure sécurité alimentaire que les ménages de pêcheurs, et consomment plus régulièrement des légumes feuilles.

Des problèmes de parité hommes-femmes graves existent dans la diversification des moyens d'existence en cours au sein du secteur de la pêche. Ces problèmes ont trait, entre autres, à l'allocation du travail de jardinage aux femmes sans qu'elles aient une quelconque autorité sur l'utilisation des recettes générées par cette activité. La majorité des hommes préfère continuer à s'adonner aux activités de pêche. Par conséquent la diversification des revenus avec d'autres activités devient l'affaire des femmes.

Soutenir les communautés de pêche pour leur permettre de diversifier leurs activités en termes de maraichage et de rizipisciculture est essentiel pour relancer leur sécurité et diversité alimentaires.

Matériels et méthodes

Deux études ont été effectuées :

1. Étude sur la production de riz. Il a été décidé de tester la production de riz dans la zone de Hio (Commune de Ouidah) où le riz n'avait jamais été cultivé auparavant. En 2008, les jeunes de ces ménages ont participé à des tests de cultivars de riz afin d'identifier les idéotypes et cultivars les mieux adaptés aux types de sols grâce à une évaluation de leurs

¹Katrien Holvoet, Coordonnatrice du Programme Réponse stratégique au VIH/SIDA pour les communautés de pêcheurs en Afrique, financé par l'OFID (Fonds pour le développement international) et exécuté par la FAO.

Courriel : Katrien.Holvoet@fao.org

²Denis Gnakpenou, Centre international de développement des engrais (IFDC) 10 BP 1200, Cotonou, Bénin.

Tél : (229) 21 30 59 90 / (229) 21 30 76 20

Télécopie : (229) 21 30 59 91.

Courriel : DGnakpenou@ifdc.org; ifdcbenin@ifdc.org

³Rita Agboh-Noameshie, Chef de programme par Interim, Politiques, Systèmes d'innovation et Évaluation d'impact, Africa Rice, 01 BP 2031 Cotonou Bénin, République du Bénin,

Courriel : a.agboh-noameshie@cgiar.org

⁴Ce programme, auparavant financé par SIDA est désormais financé par l'OFID (Fonds pour le développement international)

⁵Sécurité alimentaire et situation nutritionnelle dans quatre communautés de pêcheurs au Bénin; Maylis Razes, Marie Claude Dop; Katrien Holvoet et Pierre Coffi Galo; Programme de la FAO pour la pêche et le VIH/SIDA en Afrique, 2010

caractéristiques agro-morphologiques, leur résistance aux maladies et aux insectes, les fluctuations du niveau de la nappe phréatique et leur tolérance à la salinité. Un total de 44 cultivars de riz, y compris 12 variétés pluviales et 32 variétés aquatiques ont été testées. La participation des femmes a débuté à partir des observations des variétés de riz sur le terrain jusqu'à la dernière étape consistant à l'appréciation organoleptique des variétés au meilleur rendement. Les femmes ont fait des comptes-rendus à la communauté comme illustré dans les photos 1 et 2.



Photo 1: Riz: Évaluation par les acteurs



Photo 2: Jeune femme rendant compte de l'essai des variétés de riz à la communauté

2. Étude sur la production de piment fort : À Grand-Popo, l'IFDC, à travers son programme 2SCALE a depuis 2012 mené des activités d'apprentissage pour les bénéficiaires dans le secteur de la production du piment fort, et a identifié les cultivars de piment fort qui (i) ont le meilleur rendement, (ii) sont adaptés à l'environnement écologique, et (iii) ont un accès aisé au marché. Ils ont introduit des techniques pour la gestion de la fertilité du sol, l'établissement et la gestion de pépinières, la préparation de la planche de pépinière, la gestion des nématodes, l'utilisation des filets anti-insectes, les

meilleures pratiques en matière de repiquage, de récolte, de séchage, de stockage et de transformation du piment en poudre et l'utilisation des meilleures pratiques d'irrigation. Les jeunes de l'Association Ayiguinou ont reçu une formation en pratiques de gestion durable et ont choisi le cultivar NIKLY qui est une variété hybride et plus forte pour l'action-recherche. Ses fruits ressemblent à ceux du cultivar local qui est déjà très apprécié sur le marché. Les fruits du NIKLY sont relativement longs et peuvent rapidement remplir le panier utilisé comme unité de mesure dans la zone.

L'efficacité (durée de l'irrigation, profondeur de l'humidité dans le sol, volume d'eau) et la rentabilité (coût du carburant pour la pompe à eau, volume d'eau) des systèmes d'irrigation suivants ont été comparés.

- a. Micro-irrigation par aspersion ;
- b. Irrigation avec des tuyaux flexibles, la technique la plus répandue dans la zone ;
- c. Irrigation au goutte-à-goutte avec l'eau provenant d'un trou de forage de 8 mètres de profondeur ;
- d. Irrigation par aspersion avec de l'eau d'irrigation des bassins de pisciculture utilisés pour la production de poissons-chats (*Clarias gariepinus*). Ce système est encouragé par la Direction de la production halieutique du Bénin (Photos 3 et 4).



Photo 3: Action-recherche piment fort



Photo 4: Combinaison du maraichage avec des bassins de pisciculture

L'eau utilisée pour le bassin aquacole où les poissons Clarias sont produits, provient de la même source que l'eau d'irrigation par aspersion des cultures. Les Clarias ont été alimentés avec du fourrage (17% de teneur en protéine) deux fois par jour. Les Clarias sont très résistants au stress causé par le manque d'oxygène et ont une croissance de 5 à 8 g/jour (gain moyen quotidien), ce qui permet d'obtenir des poissons d'une taille commerciale en 4 ou 5 mois.

Les jeunes de l'association ont reçu une formation sur l'utilisation des bassins aquacoles pour la production de *Clarias gariepinus* avant le début de l'action-recherche. Les bassins ont été empoissonnés avec 165 alevins de 15g une semaine avant le repiquage du piment et le début de l'irrigation au goutte-à-goutte. Le niveau de l'eau dans les bassins aquacoles n'a pas baissé de plus de 15 à 20 cm puisqu'ils ont été remplis au fur et à mesure de l'irrigation.

Le système d'irrigation au goutte-à-goutte comprenait des tuyaux ronds de 16 mm de diamètre utilisant des goutteurs internes séparés de 20 cm les uns des autres. Les tuyaux ont été placés sur les planches, séparés de 40 cm, deux lignes par planche. Le système incluait trois réservoirs d'eau : un réservoir de 2 m³ qui est directement connecté à la source d'eau et deux réservoirs de 1,5 m³ alimentés par le premier réservoir. L'un des réservoirs de 1,5 m³ servait de bassin aquacole, alimentant en eau le système d'irrigation au goutte-à-goutte.

Une semaine avant le repiquage du piment, chaque planche de 3m x 15 m a reçu 50 kg de bouse de vache (environ 11 t/ha). Deux semaines après le repiquage, chaque planche a reçu 2,66 kg de NPK (environ 600 kg/ha), et une semaine plus tard, l'urée a été appliquée à un dosage de 200 kg/ha. Les traitements phytosanitaires ont été effectués de manière systématique. Puisque la période de l'action-recherche a coïncidé avec la saison sèche durant laquelle le risque d'infection fongique est faible, seuls des insecticides ont été utilisés.

Résultats et discussion

Étude sur la production de riz : Les rendements les plus élevés ont été enregistrés par les variétés de riz aquatiques telles que IR 4630-22-2, WAS 175-B-21-4 et IR 69588-4RP-3-3 avec des rendements supérieurs à 5 tonnes par hectare, suivis des cultivars pluviaux tels que NERICA 4, NERICA 6 et NERICA 15, avec des rendements supérieurs à 3 tonnes par hectare.

Étude sur la production de piment fort : Le micro système d'aspersion a eu un rendement plus élevé (9 562 kg/ha) par rapport au système au goutte-à-goutte (7880 kg/ha) et le tuyau flexible (6866 kg/ha). Lorsque l'eau du système de production de poissons a été utilisée pour le système d'irrigation au goutte-à-goutte, le rendement s'est accru à 10691 kg/ha. Cette augmentation est de 36% supérieure au rendement du système au goutte-à-goutte utilisant l'eau du trou de forage, mais seulement de 12% supérieure avec la micro-aspersion. Ces rendements ont été enregistrés après 7 récoltes successives sur une période de 7 semaines. Ces résultats sont soutenus par l'effet des divers systèmes d'irrigation sur la longueur et la taille moyennes des fruits. Les fruits récoltés où l'eau de production halieutique a été utilisée étaient plus longs (12 cm) et plus gros en taille (1,10 cm de diamètre) tandis que ceux pour lesquels les tuyaux flexibles ont été utilisés étaient les plus petits (10 cm et 1 cm de longueur et de diamètre respectivement).

Tableau 1: Rendement du piment et taille du fruit sous les différents systèmes d'irrigation

Système d'irrigation	Paramètres du rendement du piment		
	Rendement (kg/ha)	Taille du fruit (cm)	
		Longueur	Diamètre
Micro-aspersion	9 562	12	1,1
Goutte-à-goutte avec l'eau du trou de forage	7 880	11	1,0
Tuyaux flexibles	6 866	10	1,0
Goutte-à-goutte avec l'eau de pisciculture	10 691	12	1,1

La consommation d'eau était moindre avec l'irrigation au goutte-à-goutte (avec 150 litres par jour). La micro-aspersion a utilisé 286 litres et les tuyaux flexibles, 600 litres par jour. La combinaison de l'aquaculture et de l'irrigation au goutte-à-goutte a produit la plus faible consommation en eau (140 l par jour). La consommation de carburant pour la pompe n'a pas été enregistrée mais les tuyaux flexibles et la micro-aspersion utilisent davantage de carburant. En raison des quantités plus importantes d'eau utilisées par les systèmes de micro-aspersion et les tuyaux flexibles par rapport au système au goutte-à-goutte, les premiers systèmes produisent des efficacités d'utilisation de l'eau plus faibles (en termes de kg de piment produit par m³ d'eau utilisée) (Tableau 2). Ainsi, une comparaison de la micro-aspersion et de l'irrigation au goutte-à-goutte à l'aide de l'eau du trou de forage, montre que le système de la micro-aspersion serait meilleur si la disponibilité des terres était le facteur le plus contraignant, et que le système d'aspersion serait le meilleur si la disponibilité de l'eau était le facteur le plus contraignant.

Tableau 2: Rendements du piment, eau utilisée et efficacité d'utilisation de l'eau dans différents systèmes d'irrigation

Système d'irrigation	Rendement (kg/ha)	Eau utilisée (L/ha)	Efficacité d'utilisation de l'eau (kg/M ³)
Micro-aspersion	9 562	63 500 L/ha/jour	1,368
Goutte-à-goutte avec l'eau du trou de forage	7 880	33 300 L/ha/jour	2,151
Tuyaux flexibles	6 866	133 300 L/ha/jour	0,468
Goutte-à-goutte avec l'eau de pisciculture	10 691	31 300 L/ha/ jour	3,105

Les rendements les plus élevés obtenus avec l'eau de pisciculture peuvent s'expliquer par la matière organique et les éléments nutritifs supplémentaires fournis aux plantes à partir des eaux usées du réservoir à poissons, et par la meilleure rétention des éléments nutritifs dans les sols sablonneux en raison de l'influence de la matière organique et du lessivage réduit des nutriments de ces sols sablonneux qui ont une faible teneur en matière organique. Les traitements avec un apport important d'eau (comme la micro-aspersion et les tuyaux flexibles) causent un plus grand lessivage des nutriments. Cela explique aussi l'utilisation plus efficace de l'eau d'irrigation.

Le bassin aquacole utilisé pour l'irrigation aide à obtenir les meilleurs résultats pour la production de piment et en même temps à obtenir 56,5 kg de poissons (poids après 4 mois). Toutefois, ce faible résultat aquacole est dû à la mauvaise qualité des alevins et à une perte de 14% d'entre eux.

Acceptation et adoption des résultats de la recherche : Les variétés de riz aux rendements les plus élevés ont été utilisées au cours d'une dégustation et ont été jugées acceptables par la communauté. Les résultats de la recherche sur la production de piment-poisson ont débouché sur des demandes par d'autres jeunes de formations en pisciculture et en gestion des éclosiers.

Conclusions et recommandations

Les jeunes hommes et femmes des communautés de pêche en mer sont confrontés à des défis de captures réduites et sont disposés à établir des activités durables alternatives ou complémentaires lucratives. Toutefois, ils font face à des contraintes majeures. Les jeunes sont mobiles et migrent et ont souvent des niveaux d'éducation plus élevés que leurs parents et sont impatientes d'explorer de nouvelles opportunités : ils ont été les premiers à introduire la technologie de la micro-aspersion à Grand Popo et ont compris, grâce à l'analyse de rentabilité des systèmes culturaux, qu'il est nécessaire de combiner de meilleures pratiques agricoles et de gestion de l'eau. Les facteurs entravant ou empêchant les jeunes d'être des innovateurs font partie des préoccupations sexospécifiques telles que leur accès au capital financier pour investir et leur accès aux terres.

Les interventions futures doivent se focaliser sur un dialogue sur les considérations sexospécifiques et sur les cultures de rente (piment fort) et les cultures vivrières (riz) qui peuvent être associées à l'aquaculture pour constituer une activité complémentaire qui contribuerait également à la forte position actuelle des femmes dans la transformation et la commercialisation du poisson au sein des communautés de pêche en mer.

La diversification des piments et du maraichage améliore également l'accès à la production d'autres légumes tels que les légumes feuillus, les tomates et les légumes traditionnels locaux qui font partie de la rotation dans le maraichage. La pratique pourrait contribuer à la sécurité nutritionnelle du ménage et contribuer à la réduction de la malnutrition chronique des enfants de moins de cinq ans au sein des communautés de pêche marine.

La promotion de la production de riz-poisson et légume-poisson dans les communautés de pêche marine doit être renforcée. Des systèmes de production économes en eau et écologiques existent et doivent être enseignés et doivent résulter en un revenu et un accès accrus aux légumes et au poisson comme sources de protéine.

Les initiatives de diversification prennent en compte une réduction de la charge de travail des femmes, la parité dans la gestion du revenu et l'apport de technologies pour (i) combiner l'aquaculture et l'agriculture, (ii) réduire le temps d'arrosage, (iii) pratiquer une gestion durable de l'eau et, (iv) utiliser les intrants (engrais et pesticides) de manière efficace.

Bibliographie

Chrysogone K. Kassegne ; Denis Gnakpenou , IFAD 2014 ; Study on the irrigation systems used in market gardening in Southern Benin and their impact on the competitiveness of the sector ; internal report

Razes Maylis, Marie Claude Dop, Katrien Holvoet and Pierre Coffi Galo; 2010 ; Food security and nutritional situation in 4 mainly fishing communities in Benin; FAO Fishing and HIV/AIDS Programme in Africa; working paper

PAYS À LA UNE: RÉPUBLIQUE DE CABO VERDE

Technologies de gestion des bassins versants pour renforcer la résilience de la République de Cabo Verde aux changements climatiques et atténuer les effets de la désertification

Jacques de Pina Tavares¹

Résumé

La désertification due aux sécheresses récurrentes et à la dégradation du sol constitue la principale cause de la détérioration de la structure écologique et de la pauvreté au Cabo Verde. Afin de stimuler la résilience de l'archipel et assurer la qualité de vie pour son peuple face à ce phénomène, un arsenal complet pour la conservation du sol et de l'eau a été testé sur les principaux bassins versants et cours d'eau des terres agricoles. Le reboisement, les structures hydrauliques, l'irrigation au goutte-à-goutte, les espèces améliorées et la participation des communautés sont des mesures essentielles pour restaurer ces terres dans la région du Sahel. Cette approche a eu pour résultat le reboisement de plus de 20% du territoire, la restauration et l'utilisation de 10 000 hectares de terres agricoles, et une forte mobilisation des eaux de surface avec la construction de plusieurs barrages hydro-agricoles sur les principales îles agricoles, et finalement une amélioration notable de la productivité des terres irriguées. Il est certain que des résultats spectaculaires ont été enregistrés au cours des 40 dernières années, toutefois, cette initiative est en cours dans la mesure où l'agriculture pluviale qui mobilise 90% des terres cultivées et la majorité des technologies de conservation du sol et de l'eau, continue de trainer derrière l'agriculture irriguée, les précipitations sont incertaines et l'érosion du sol continue de ravager les écosystèmes.

1. Introduction

L'archipel du Cabo Verde est un petit état insulaire dans la région du Sahel. Il couvre une superficie de 4 033 km² et est situé à environ 500 km des côtes du Sénégal et de la Mauritanie. Le pays est composé de 10 îles et de plusieurs îlots volcaniques (Figure 1). Il était inhabité jusqu'à sa découverte au 15^{ème} siècle (1462) par les portugais. Sa population actuelle compte environ 500 000 habitants et son climat varie de sous-tropical aride au semi-aride. Les précipitations annuelles moyennes sont d'environ 230 mm avec des disparités notables entre les îles (13 mm à Sal par rapport à 323 mm à Santiago). Il n'existe pas de sources d'eau permanente au Cabo Verde. Les sols volcaniques sur les pentes et les hauts plateaux, essentiellement utilisés pour l'agriculture pluviale, sont sous-développés, pauvres en matière organique (< 2%) mais plutôt riches en minéraux

nutritifs. D'un autre côté, les sols des vallées sont très profonds et riches en matière organique.



Figure 1: Situation géographique du Cabo Verde

La dégradation de la structure écologique de l'archipel à travers la désertification a débuté presque un siècle après sa découverte et son peuplement, entraînant une pénurie grave d'eau et de terres arables fertiles. Cela a eu un effet néfaste sur la sécurité alimentaire, la biodiversité, et a aggravé la vulnérabilité de la population. Pour remédier à cette situation, un arsenal complet de mesures et de structures de conservation du sol et de l'eau ont été introduites et testées. Ces interventions ont été modélisées avec les zones de bassins versants en fonction de la complexité de la topographie et de la diversité des zones bioclimatiques. La présente étude fait la synthèse de ces mesures de protection et en évalue les impacts.

2. Reboisement

Les sécheresses successives et récurrentes associées à la pression anthropogénique sur les ressources naturelles, ont entraîné une diminution considérable du couvert végétal. Lorsque le Cabo Verde est devenu indépendant en 1975, seulement environ 5000 ha de terres étaient boisées par rapport à 89 000 ha actuellement (Figure 2) grâce aux efforts considérables consentis par l'État avec l'appui de la Communauté internationale et la forte mobilisation de la société civile. Les principales espèces ligneuses cultivées sont : *prosopis* sp. (61%) et *acacia* sp. (6,3%).

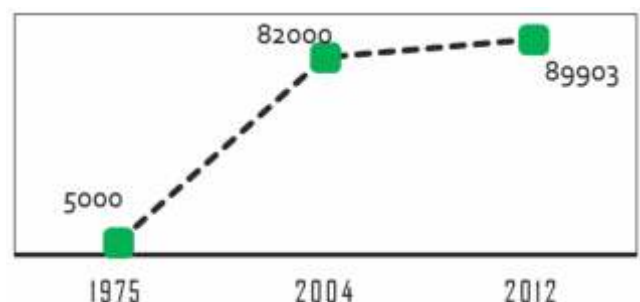


Figure 2: Tendence dans les zones boisées au fil du temps (ha)

¹Jacques de Pina Tavares. Chercheur en Développement rural à l'Institut national pour la recherche et le développement agricoles (INIDA). BP84Praia, République de Cabo Verde. Courriel: jacques.tavares@inida.gov.cv Tél: +238271 1127/+2389892840 Télécopie: +238271 1133

3. Barrières végétales vives

Les barrières végétales vives sont utilisées sur plusieurs pentes, des plus arides aux plus humides, le long des lignes isométriques, du sommet à la base des versants. Leurs impacts biophysiques et socioéconomiques sont considérables et multiples.

Tableau 1 : Espèces végétales utilisées comme barrières vives et leurs effets sur le sol

Espèces végétales	Effets sur les qualités du sol				
	Fertilité du sol	Production de fourrage	Production de maïs	Infiltration de l'eau	Sédimentation* (cm.an ⁻¹)
<i>Aloe vera</i>	Assez grande	Aucune	Forte	Excellente	2,75
<i>Leucaena leucocephala</i>	Très grande	Très forte	Très forte	Bonne	1,85
<i>Cajanus cajan</i>	Très grande	Assez forte	Très forte	Bonne	1,70
<i>Furcraea gigantea</i>	Assez grande	Aucune	Assez forte	Bonne	-
<i>Prosopis juliflora</i>	Très grande	Assez forte	Faible	Bonne	-

*La sédimentation correspond au sol retenu derrière les barrières végétales vives.

4. Principales structures de gestion des bassins versants et de contrôle des torrents

Afin d'assurer l'établissement d'espèces arborisées, de stabiliser les sols des bassins versants et d'améliorer le rendement des cultures pluviales, plusieurs techniques ont été employées. Les principaux objectifs sont d'exploiter l'eau de pluie, de réapprovisionner l'eau souterraine et de réduire la force destructrice du ruissellement de surface.

Tableau 2 : Principales techniques de gestion des terres

Technique	Écosystème où elle est utilisée	Impacts		Coût d'installation	Durabilité et portée de l'impact
		Stabilisation du sol	Réduction du ruissellement		
Billons de niveau	Pentes	Faible	Bonne	Acceptable	Long terme/haute
Demilunes	Pentes	Faible	Bonne	Acceptable	Long terme/modérée
Murettes de pierres	Pentes	Bonne	Assez bonne	Élevé	Moyen terme/haute
Terrasses en gradins	Pentes	Très bonne	Bonne	Très élevé	Long terme/Modérée
Barrages de retenue	Cours d'eau	Très bonne	Très bonne	Très élevé	Court terme/haute
Barrières en pierre sèche contre les inondations	Cours d'eau	Très bonne	Très bonne	Élevé	Court terme/haute
Barrières en gabions	Cours d'eau	Très bonne	Très bonne	Élevé	Court terme/modérée
Murets en pierre sèche	Cours d'eau	Bonne	Faible	Élevé	Moyen terme/modérée

5. Principales technologies de stockage de l'eau

En moyenne, 78% de l'eau consommée au Cabo Verde provient de la nappe phréatique, et les 22% restants sont de l'eau de mer désalinisée. Certaines des îles telles que Sal and São Vicente, sont largement desservies en eau de mer désalinisée aux taux respectifs de 100 et 58% (Tableau 3). L'eau de pluie est également exploitée au moyen de citernes pour la récolte d'eau de pluie ruisselant des toits des maisons. Cette technique est répandue sur l'île de Fogo. Il existe une autre forme de récolte et d'acheminement de l'eau de pluie connue sous l'appellation locale d'"*espelho de captação*". Ce système est composé de trois éléments : un impluvium fait de briques et de ciment sur une pente et utilisé pour recueillir l'eau qui est ensuite acheminée vers un réservoir en aval au moyen d'un canal.

Tableau 3: Proportions des diverses sources d'eau utilisées dans les îles de l'archipel

île	Proportion d'eau utilisée de diverses sources (%)			
	Souterraine	Désalinisée	Eaux usées traitées	Écoulement de surface
Santo Antão	98	2	0	0
São Vicente	29	58	13	0
São Nicolau	100	0	0	0
Sal	0	100	< 1	0
Boa Vista	88	12	0	0
Maio	100	0	0	0
Santiago	87	10	< 1	3
Fogo	100	0	0	0
Brava	100	0	0	0

Source: Adapté de PENAS (2013)

6. Impacts des technologies de gestion des terres et de mobilisation de l'eau

La stabilisation des sols des bassins versants et le contrôle des torrents dans les cours d'eau a contribué à créer, restaurer et réhabiliter près de 8000 ha de terres agricoles pluviales et plus de 2000 ha de terres agricoles irriguées. Cette méthode de valorisation des terres joue un rôle important dans la sécurité alimentaire des familles rurales d'autant plus qu'environ 45% de la population vit en zone rurale.

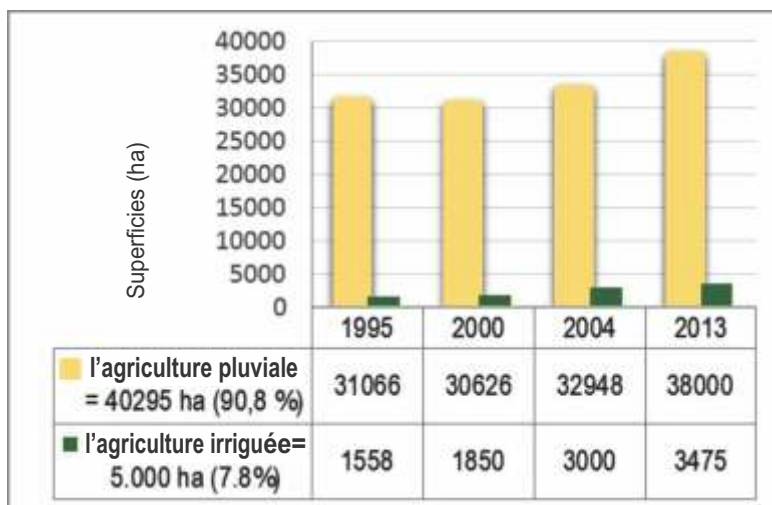


Figure 3: Augmentation des superficies cultivées de 1995 à 2013 (ha)

Cette augmentation des aires cultivées ainsi que les mesures améliorées de conservation de l'eau, ont contribué à améliorer de manière notable la production de fruits en l'espace de moins de 13 ans, de 10 000 tonnes à plus de 16 000 tonnes, celle des légumes de plus de 300%, et celle des produits maraichers de 5651 à 44 180 tonnes (Figure 4). La production de raisins a presque quadruplé en dix ans, de 104 tonnes en 2004, à 385 tonnes en 2014 (MDRa, 2015). Ces résultats ont permis aux populations de l'archipel d'obtenir ces produits tout au long de l'année sur le marché, ce qui était impossible au début des années 1990.

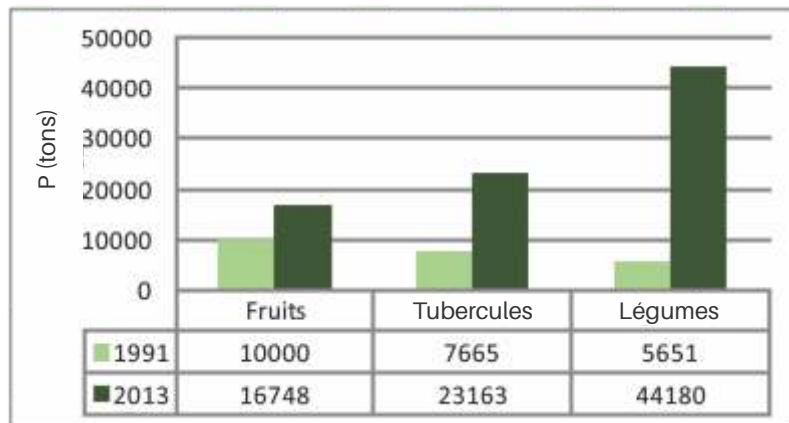


Figure4: Augmentation de la production sur les terres irriguées entre 1991 et 2013 (en tonnes)

Plus de 90% de l'eau d'irrigation provient des sources souterraines, notamment les sources, les puits, les trous de forage et les galeries dans les proportions respectives de 43,7, 25,8, 17,9, et 3,6%. Pour réduire la pression sur ces sources, une politique ferme de mobilisation de l'eau de surface a été mise en place depuis le début des années 2000, capturant 78% du programme d'investissement (MDR, 2015b). Selon le bilan hydrique, environ 87% de ces eaux ($180 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ par an) s'écoulent dans la mer où elles s'évaporent. De 2006 à 2015, plus de dix barrages hydro-agricoles à même de mobiliser environ $250 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ d'eau pour l'irrigation de plus de 400 ha de terres, ont été construits. En même temps, l'utilisation d'autres technologies telles que l'irrigation au goutte-à-goutte et de variétés de cultures plus adaptées aux conditions arides a été approuvée (INIDA, 2014). L'utilisation des cultures de serre, des races animales et des solutions de protection végétale qui sont plus simples et plus accessibles aux agriculteurs a également été approuvée. Toutefois, la forte dépendance envers l'agriculture pluviale et les modèles actuels de précipitation ont freiné les résultats obtenus (Figure 5) bien que plusieurs technologies de conservation du sol et de l'eau aient été développées.

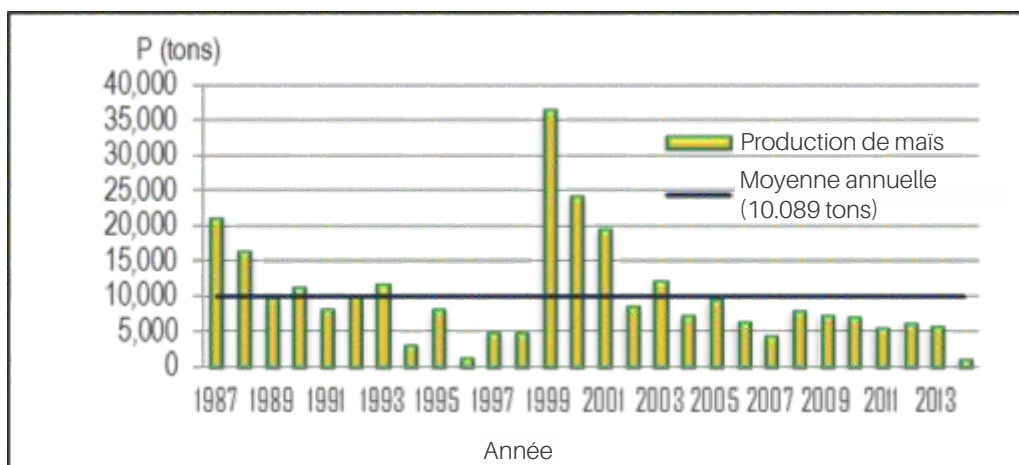


Figure5: Variation de la production de maïs (en tonnes) au fil des ans.
Adapté à partir du Rapport du Ministère de développement rural (MDR), 2015.

7. Conclusions

Les efforts considérables consentis par le Cabo Verde pour la conservation de l'eau et la restauration des terres depuis son indépendance en 1975, ont produit des résultats très encourageants pour la réhabilitation de la structure écologique de ces îles semblables à la planète Mars. Les sécheresses ont eu des répercussions très lourdes sur la population en décimant plus de la moitié. Ceux qui ont quitté le pays ont trouvé refuge dans d'autres pays en Afrique, aux États-Unis et en Europe. Aujourd'hui, bien que les sécheresses persistent, leurs effets néfastes sont presque non-existants. Après des siècles de lutte sans répit contre des conditions climatiques complexes et inclementes, le Cabo Verde a récemment été à même de trouver des solutions ou les technologies nécessaires pour faire face à la rareté des terres arables et de l'eau, et d'assurer le bien-être de sa population.

Toutefois, le pays continue sa quête de terres cultivées, et est toujours confronté aux problèmes de l'érosion du sol, des pluies rares, de la pression sur les eaux souterraines, de la salinité de certaines eaux souterraines et de la pénurie de fourrage.

Bibliographie

Ferreira, A., Tavares, J., Baptista I., Coelho, C., Reis, A., Varela, L., Bentub, J., 2012. Efficiency of overland flow and erosion mitigation techniques at Ribeira Seca watershed, Santiago Island, Cape Verde. In *Overland Flow and Surface Runoff. Hydrology Science and Engineering*. Ed. Tommy S.W. Wong (113-135).

INIDA, 2014. Report of the activities carried out in the

framework of the program: The applied agricultural research and knowledge transfer, pp 7.

MDR (Ministère du Développement Rural), 2015a. Rapport d'estimation de la production agricole et de l'élevage. Direction de la statistique et gestion de l'information, pp. 26 .

MDR (Ministère du Développement Rural), 2015 b. Mobilisation et gestion de l'eau. Edition n°6-juillet 2015.

PENAS, 2013. Environmental and Social National Strategic Plan. Ministry of Finance and Planning, pp, 69.

RGA, 2004. Census of Agriculture. Ministry of Environment, Agriculture and Fisheries. CD Rom. Cabo Verde.



2015

Année internationale
des sols

Messages clés sur les sols préparés par le Département des forêts de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

1. Changement climatique: le rôle des forêts et des sols forestiers

Les émissions de carbone sont l'une des principales causes du changement climatique. Les forêts du monde, parmi leurs nombreuses fonctions, stockent de grandes quantités de carbone: 650 milliards de tonnes de carbone, soit près d'un tiers du total des écosystèmes terrestres. Les sols forestiers renferment également d'importants stocks de carbone, une quantité équivalente à celle de la biomasse forestière mondiale, soit environ 45 pour cent. Les dix pour cent restant de carbone se trouvent dans le bois mort et la litière des forêts. Au total, les forêts stockent autant de carbone que l'atmosphère.

2. La gestion durable des sols passe nécessairement par une gestion durable des forêts, y compris la restauration

La planète a besoin de forêts gérées de façon durable pour maîtriser l'érosion des sols et favoriser la conservation des sols. Les racines des arbres stabilisent les pentes des crêtes, des collines et des montagnes et fournissent au sol le support structurel mécanique nécessaire pour empêcher les mouvements peu profonds de la masse terrestre: les glissements de terrain ne surviennent que très rarement dans les zones à fort couvert forestier.

Des pratiques rigoureuses de gestion des forêts, y compris des mesures visant à introduire ou à maintenir le couvert forestier sur des sols enclins à l'érosion et les couloirs de ruissellement, contribueront à maîtriser ou à réduire les risques d'érosion des sols et de glissements superficiels. La restauration des forêts dans les zones arides est vitale pour la protection du sol.

3. Principaux avantages écosystémiques des forêts et des sols: l'eau potable et la gestion des bassins versants

En réduisant l'érosion des sols et les risques de glissements de terrain et d'avalanches, les forêts gérées durablement contribuent de manière significative au maintien des écosystèmes. Elles fournissent et maintiennent les disponibilités en eau propre de la planète, tout en assurant également un cycle de l'eau équilibré. Les forêts constituent également un élément clé de la gestion des bassins versants – une approche intégrée de l'utilisation des ressources naturelles dans une zone géographique drainée par un cours

d'eau. La gestion des bassins versants est une façon très saine de protéger et de réhabiliter des zones vulnérables à la dégradation et à l'érosion des sols dans les zones de montagne. Les caractéristiques des forêts et des sols sont parmi les principaux paramètres évalués pour la planification de la gestion des bassins versants. En outre, les mesures visant à restaurer et à améliorer la fertilité des sols, à travers par exemple le reboisement, présentent de nombreux avantages et font donc partie intégrante des plans de gestion des bassins versants.

4. La conservation des sols dans les zones arides et semi-arides commence par les forêts et les arbres

En aidant à prévenir l'érosion du sol, les forêts jouent un rôle essentiel de protection des ressources du sol, notamment en prévenant ou en réduisant la salinisation. Le défi dans les forêts des zones arides est donc d'optimiser l'équilibre entre approvisionnement en eau et protection des sols.

5. Les forêts peuvent réduire la sensibilité de sols de montagne à la dégradation

Les écosystèmes de montagne, du fait des pentes abruptes et de la finesse des sols, sont extrêmement vulnérables à l'érosion. Les sols de montagne sont souvent dégradés et, invariablement, ne fournissent pas suffisamment de nutriments pour permettre une croissance correcte des plantes. La FAO estime que près de 45 pour cent des zones de montagne du monde ne sont pas favorables à l'agriculture ou ne le sont que très peu. Que la dégradation des sols de montagne et de leur couvert végétal soit rapide ou graduelle, leur réhabilitation prend souvent plusieurs années quand les dégâts ne sont pas irréversibles.

Les agriculteurs de montagne sont confrontés à de nombreux défis: des périodes de végétation courtes, des pentes abruptes, des sols peu profonds et d'éventuels glissements de terrain. Pour survivre, ils ont dû développer différentes façons de prévenir ou de répartir les risques, en exploitant des systèmes agricoles complexes et diversifiés mêlant terres cultivées, pâturages et forêts. Ils savent qu'ils doivent faire usage de différents types de sols à différentes altitudes et à différents moments de l'année.

Source :
http://forestry.fao.org/msgfocus/files/amf_fao/project_59/April_2015/Soils_Key_messages_revisions_Thomas20April_Final_clean_.pdf

Contact:
Maria De Cristofaro, Spécialiste des communications

Promouvoir la gestion durable des sols en Afrique sub-saharienne à travers le Partenariat africain sur les sols

Liesl Wiese¹, Craig Chibanda², Victor Chude³, Ronald Vargas⁴ et Lucrezia Caon^{5*}

Résumé

En Afrique sub-saharienne (ASS), la dégradation des sols entraîne une perte annuelle massive des sols productifs et constitue l'une des causes profondes de la productivité agricole déclinante. Si l'on permet à la dégradation des sols de continuer, elle aura des impacts néfastes graves sur les économies des pays individuels et le bien-être de millions de ménages ruraux qui dépendent de l'agriculture pour leurs moyens d'existence. Le Partenariat mondial sur les sols (GSP)⁶ a été établi en 2012 dans le but de promouvoir la gestion durable des sols (GDS) à tous les niveaux. Des Partenariats régionaux sur les sols ont été formés afin de faciliter les actions régionales et d'assurer que le processus du Partenariat est piloté au niveau national. Le Comité de pilotage du Partenariat africain sur les sols (AfSP) a identifié des priorités pour la promotion et la mise en œuvre de la GDS dans le cadre des cinq Piliers d'action du GSP. L'année internationale des sols a donné lieu à diverses actions aux niveaux régional et national, par exemple des ateliers régionaux et nationaux ont été organisés ainsi que plusieurs autres activités sociales et éducatives. La mise en œuvre des plans d'action du GSP mettra l'accent sur la GDS dans la région dans le but de lutter contre la faim et la pauvreté, de s'adapter aux changements climatiques et d'en atténuer les effets, et d'assurer la fourniture d'autres services écosystémiques par les sols (ex. eau potable). Toutefois, la dégradation des sols demeure un problème dans la région. Ce problème a besoin de l'appui du GSP et de la Communauté internationale. Les investissements dans la GDS et la restauration des sols et des terres sont considérés comme les seules solutions pour améliorer la santé des sols et par conséquent le bien-être de millions de personnes.

Introduction

Pour nourrir cette population croissante, l'ASS intensifie et développe sa production agricole (Tully et al., 2015). Toutefois, à travers le monde, la région a le rendement agricole et pastoral le plus faible en raison de la dégradation des sols (FIDA, 2009). Cette dégradation des sols est définie comme étant « la diminution de la capacité des sols à fournir les biens et services écosystémiques pour ses bénéficiaires (FAO et ITPS, 2015). Cela se manifeste sous diverses formes telles que la perte de matière organique et des changements défavorables de la salinité, de l'acidité ou de l'alcalinité (Tully et al., 2015). La dégradation des sols est particulièrement reconnue tant par les responsables politiques que par les spécialistes des sols comme étant l'une des causes profondes de la productivité agricole déclinante dans une région où 75% de la population dépendait encore de l'agriculture de subsistance à la fin du siècle dernier (La, 1990;

Tully et al., 2015; PNUE, 1982). Si l'on permet à cette tendance de se poursuivre, son impact sur les économies des pays individuels et le bien-être de millions de ménages ruraux dépendant de l'agriculture pour leurs moyens d'existence serait énorme (FAO, 1999).

L'un des obstacles à la réduction de la dégradation des terres, à l'amélioration de la productivité agricole et à la facilitation de l'adoption de la GDS par les petits exploitants, est le manque d'informations et de savoirs (FAO, 2011). À ce jour, il n'existe pas de données fiables sur l'envergure et le rythme de dégradation des sols en ASS (Tully et al., 2015), toutefois, il a été estimé qu'à travers le monde, chaque année, une superficie de cinq à huit millions d'hectares de terres jadis productives ne sont plus cultivables en raison de la dégradation des sols (TerrAfrica, 2007). Pour inverser cette tendance, il est important de développer des indicateurs pour estimer et surveiller l'état de santé des sols et encourager la GDS (Tully et al., 2015). L'objectif de cet article est de discuter de l'adoption progressive de la GDS en ASS par le Partenariat africain sur les sols (AfSP) et des perspectives d'inversement de la dégradation des sols dans la région.

Le Partenariat mondial sur les sols

Le Partenariat mondial sur les sols (GSP) a été établi et officiellement approuvé par les pays membres de la FAO en 2012 dans le but de créer une voix unie et reconnue pour la promotion de la GDS à tous les niveaux. Par conséquent, l'établissement du GSP est motivé par la nécessité d'avoir un organisme de gouvernance internationale promouvant la GDS dans le cadre de dialogues sur les changements planétaires et les processus de décision. Afin d'atteindre ses objectifs, le GSP poursuit 5 piliers d'action :

¹Liesl Wiese. Consultante/chercheur en science des sols.
Courriel: liesl.wiese76@gmail.com

²Craig Chibanda. Plateforme de connaissances sur l'agriculture familiale, Consultant- Point focal régional pour l'Afrique, Bureau des partenariats, des activités de plaidoyer et du développement des capacités (OPC), Bureau régional de la FAO pour l'Afrique, Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'agriculture, Viale delle Terme di Caracalla, Rome, 00153, Italie.
Courriel: Craig.Chibanda@fao.org

³Victor Chude. Spécialiste de la fertilité des sols, Chef, Renforcement de la productivité agricole, Programme nationale pour la sécurité alimentaire, Ministère fédéral de l'agriculture, Nigéria.
Courriel: vchude@yahoo.co.uk/ victorchude@gmail.com

⁴Ronald Vargas. Fonctionnaire technique, Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'agriculture, Viale delle Terme di Caracalla, Rome, 00153, Italie.
Courriel: Ronald.Vargas@fao.org

⁵Lucrezia Caon. Consultant associé, Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'agriculture, Viale delle Terme di Caracalla, Rome, 00153, Italie

*Auteur correspondant : lucrezia.caon@fao.org
Tel.: +39 06 57053836

⁶GSP: Global Soil Partnership en anglais

(1) promouvoir la gestion durable des ressources en sols pour la protection, la conservation et la productivité durable des sols, (2) encourager l'investissement, la coopération technique, les politiques, la sensibilisation sur l'éducation et la vulgarisation sur les sols, (3) promouvoir la recherche et le développement sur les sols en mettant l'accent sur les écarts et priorités identifiés et les synergies avec les actions relatives à la production, à l'environnement et au développement social, (4) améliorer la quantité et la qualité des données et informations sur les sols, et (5) harmoniser les méthodes, mesures et indicateurs pour la gestion durable et la protection des ressources en sols. Afin de faciliter les actions à l'échelle régionale, des Partenariats régionaux sur les sols ont été formés entre les acteurs intéressés et actifs dans le but d'exploiter les réseaux ou processus de collaboration existants, mettant en contact les réseaux, partenaires, projets et activités nationaux et locaux pour assurer que le processus de partenariat est piloté par les pays (FAO, 2015a).

L'une des activités principales du GSP a été la révision de la Charte mondiale des sols (WSC) de 1981 par le Groupe technique intergouvernemental sur les sols (ITPS) (FAO, 2015b). La nécessité de réviser la WSC a été identifiée pour détourner le focus du document de la planification de l'utilisation des terres et l'évaluation des terres (FAO, 1982) pour l'ajuster sur les concepts clés tels que le cadre des services écosystémiques fournis par les sols, la version révisée de la WSC a été approuvée durant la 39^{ème} Conférence de la FAO en 2015 comme véhicule pour promouvoir et institutionnaliser la gestion durable des sols à tous les niveaux (FAO, 2015c). L'année 2015 est cruciale pour les sols surtout parce qu'elle a été déclarée Année internationale des sols (AIS) par la 68^{ème} Assemblée générale des Nations unies (A/RES/68/232) dans le but de servir de plateforme pour la sensibilisation sur l'importance de la sécurité alimentaire et les fonctions écosystémiques essentielles dans le cadre du GSP (FAO, 2015d). Selon la FAO (2015d), les objectifs de l'AIS sont de (i) sensibiliser complètement la société civile et les décideurs sur les rôles fondamentaux des sols pour la vie humaine, (ii) reconnaître complètement les contributions remarquables des sols à la sécurité alimentaire, à l'adaptation aux changements climatiques et à l'atténuation de leurs effets, aux services écosystémiques essentiels, à la réduction de la pauvreté et au développement durable, (iii) promouvoir des politiques et actions efficaces pour la gestion durable et la protection des ressources en sols, (iv) sensibiliser les décideurs sur l'importance d'investissements conséquents dans les activités de gestion durable des sols visant des sols sains pour différents utilisateurs des terres et groupes de populations, (v) catalyser les initiatives en rapport avec le processus des Objectifs de développement durable (ODD) et du Programme de développement pour l'après-2015, et (vi) promouvoir le renforcement rapide des capacités et systèmes pour la collecte des informations sur les sols et le suivi à tous les niveaux (mondial, régional et national).

Au Sommet des Nations unies sur le Développement durable tenu le 25 septembre 2015, les dirigeants mondiaux ont adopté le Programme de 2030 pour le Développement durable et ses 17 Objectifs de développement durable (ODD)

pour mettre un terme à la pauvreté, lutter contre l'inégalité et l'injustice, et faire face au changement climatique d'ici 2030 (PNUD, 2015). Pour la première fois dans l'histoire, les sols ont été inclus et explicitement mentionnés dans le programme de développement :

- Objectif 2, cible 2.4 : « d'ici à 2030, assurer la viabilité des systèmes de production alimentaire et mettre en œuvre des pratiques agricoles résilientes qui permettent d'accroître la productivité et la production, contribuent à la préservation des écosystèmes, renforcent les capacités d'adaptation aux changements climatiques, aux phénomènes météorologiques extrêmes, à la sécheresse, aux inondations et à d'autres catastrophes et améliorent progressivement la qualité des terres et des sols »
- Objectif 3, cible 3.9 : « d'ici à 2030, réduire nettement le nombre de décès et de maladies dus à des substances chimiques dangereuses et à la pollution et à la contamination de l'air, de l'eau et du sol »
- Objectif 15, cible 15.3 : « d'ici à 2030, 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 » (PNUD, 2015).

Ce programme est considéré comme une réalisation majeure vers l'adoption générale de la gestion durable des sols.

Le Partenariat africain sur les sols

Il a été décidé d'établir huit partenariats régionaux sur les sols sous l'égide du GSP, avec le mandat de fournir la direction sur les objectifs et priorités régionaux (FAO, 2015f). Les pays de l'Afrique du nord (Algérie, Égypte, Lybie, Maroc, Soudan et Tunisie) sont inclus dans le Partenariat du Proche-Orient/Afrique du nord sur les sols. Ainsi, le Partenariat africain sur les sols inclut uniquement les pays de l'Afrique subsaharienne.

L'AfSP a été lancé en Afrique occidentale et centrale en mars 2013 à Accra au Ghana, et en Afrique de orientale et australe en avril 2013, à Nairobi au Kenya. L'AfSP a ensuite été consolidé lors du premier Atelier du Partenariat africain sur les sols (AfSP) en mai 2015 à Elmina au Ghana. Durant l'atelier d'Elmina, le Comité de pilotage de l'AfSP a été établi pour orienter la mise en œuvre de l'AfSP et le Communiqué a été compilé afin de consolider le mécanisme institutionnel du partenariat Africain, la liste des intentions du Partenariat en termes de prise en compte de la gestion durable des sols et des questions connexes dans la région, et pour prendre l'engagement de finaliser le Plan de mise en œuvre pour la région (FAO, 2015^e).

L'AfSP et un éventail de partenaires nationaux et régionaux du GSP développent actuellement un Plan régional de mise en œuvre aux fins d'identifier les priorités, résultats et activités à moyen terme pour la région de l'ASS. Les priorités pour la GDS dans la région de l'ASS sont développées sous le cadre des cinq Piliers d'action du GSP et sont basées sur la définition de

la GDS telle que proposée par la WSC révisée (FAO, 2015c). par conséquent, les actions suivantes ont reconnues comme prioritaires: (i) évaluer et documenter l'état et les tendances de la dégradation des sols, le potentiel agricole pour les principales zones agroécologiques, les systèmes d'utilisation des terres et les pratiques de GDS existantes; (ii) développer un système de suivi pour mesurer l'avancement de la mise en œuvre des pratiques et systèmes de GDS; (iii) mettre à niveau les pratiques de GDS qui se sont avérées positives; (iv) établir et renforcer les Associations nationales de la science des sols dans tous les pays/sous-régions, (v) revitaliser l'Association africaine de la science des sols et son site web pour un partage actif des informations; (vi) créer des plateformes partenaires de GDS; (vii) développer des programmes régionaux d'échange pour la formation tertiaire en science des sols, ainsi qu'un régime boursier connexe; (viii) reformuler les informations sur les sols pour les programmes de vulgarisation; (ix) proposer des politiques et stratégies spécifiques aux régions que les pays peuvent adopter; (x) développer un site/page web pour les priorités de la recherche et du développement; (xi) évaluer et donner la priorité aux lacunes de la recherche sur les sols; (xii) établir des groupes régionaux de travail pour des thèmes de recherche spécifiques avec des termes de référence clairs; (xiii) établir des Plateformes africaines de Recherche sur les sols pour le développement; (xiv) documenter les sources de données sur les sols et les covariants de la cartographie pédologique; (xv) développer une base de données détaillées sur les sols et une plateforme d'interactions en ligne pour la cartographie numérique des sols (DSM); (xvi) organiser des formations et le renforcement des capacités sur la DSM; (xvii) produire des cartes numériques de la texture des sols comme produits numériques initiaux pour la région; (xviii) actualiser régulièrement les bases de données des sols; (xix) développer un concept commun d'harmonisation pour la description et la classification des sols au niveau régional; (xx) le GSP/FAO devra relancer les événements régionaux de corrélation du sol qui étaient organisés auparavant; (xxi) identifier les laboratoires de référence nationaux, régionaux et internationaux pour la formation, les analyses du sol et l'échange d'échantillons de sol, et (xxii) développer un cadre pour indiquer comment les données pédologiques des pays individuels ou des régions peuvent être partagées avec les autres.

Conclusions

L'ASS est affectée par diverses formes de dégradation des sols qui entraînent une perte annuelle massive des sols productifs et sont la cause profonde de la productivité agricole déclinante dans la région. Si on permet à la dégradation des sols de se poursuivre, elle aura des impacts néfastes graves sur les économies des pays individuels et sur le bien-être de millions de ménages ruraux qui dépendent de l'agriculture pour leurs moyens d'existence. Au moyen de l'établissement du GSP et des activités promues aux niveaux national et local par l'AfSP, beaucoup a été fait pour sensibiliser la population sur l'importance de préserver et d'améliorer la santé des sols et sur le besoin d'adopter la gestion durable des sols afin de lutter contre la pauvreté et la

faim. Toutefois, les multiples projets et activités lancés dans la région depuis l'établissement du Partenariat n'ont pas réussi à résoudre les nombreux problèmes affectant les sols de l'ASS. La dégradation des sols demeure un problème dans la région qui a un besoin d'une aide supplémentaire de la part du GSP et de la Communauté internationale. Les investissements dans la gestion durable des sols et la restauration des terres et des sols sont considérés comme les seules solutions pour améliorer la santé des sols et par conséquent le bien-être de millions de personnes.

Références

- FAO, 1982. Charte mondiale des sols (http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/WScharter/Charte_Mondiale_des_Sols.pdf)
- FAO, 1999. Integrated Soil Management for Sustainable Agriculture and Food Security in Southern and East Africa. *Agritex* AGL/MISC/23/99. (<ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/misc23.pdf>)
- FAO, 2011. Sustainable Land Management in Practice-Guidelines and Best Practices for Sub-Saharan Africa. Liniger, H.P., Studer, R.M., Hauert, C. and Gurtner, M. (eds.). ISBN 978-92-5-000000-0
- FAO and ITPS, 2015. Status of the World's Soil Resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations (available on December 2015)
- FAO, 2015a. Les 5 piliers d'action (<http://www.fao.org/globalsoilpartnership/les-5-piliers-daction/fr/>)
- FAO, 2015b. Groupe technique intergouvernemental sur les sols (ITPS) (<http://www.fao.org/globalsoilpartnership/groupe-technique-intergouvernemental-sur-les-sols/fr/>)
- FAO, 2015c. Charte mondiale des sols révisée (<http://www.fao.org/3/b-i4965f.pdf>)
- FAO, 2015d. Année internationale des sols 2015- AIS 2015 (<http://www.fao.org/globalsoilpartnership/ais-2015/fr/>)
- FAO, 2015e. Elmina Communiqué - Elmina (Ghana), 22nd May 2015 (http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/elmina/Elmina_communique.pdf)
- FAO, 2015f. Partenariats régionaux sur les sols (<http://www.fao.org/globalsoilpartnership/partenariats-regionaux-sur-les-sols/fr/>)
- IFAD, 2009. The Strategic Investment Program for Sustainable Land Management in Sub-Saharan Africa (http://www.ifad.org/climate/gef/GECC_overview.pdf)
- Lal, R., 1990. Soil erosion and land degradation: The global risks. In R. Lal and B.A. Stewart (eds.), *Soil degradation*, New York, Springer-Verlag, pp. 129-172.
- TerrAfrica, 2007. Assessment of the barriers and bottlenecks to scaling-up SLM investments throughout Sub Saharan Africa. TerrAfrica SIP Activity 1.4.
- Tully, K., Sullivan, C., Weil, R., Sanchez, P., 2015. The state of soil degradation in sub-Saharan Africa: baselines, trajectories, and solutions. *Sustainability* 7:6523-6552
- UNDP, 2015. Objectifs de développement durable (ODD) (<http://www.ua.undp.org/content/undp/fr/home/mdgoverview/post-2015-development-agenda/>)
- UNEP, 1982. World's soil policy, Nairobi, Kenya: United National Environment Programme

Cinq raisons pour lesquelles les sols sont essentiels à l'avenir de la planète

1. Un sol sain nourrit le monde

Notre nourriture vient du sol. Composé de minéraux, d'eau, d'air et de matière organique, le sol assure le premier cycle des nutriments pour la vie végétale et animale et est à la base de l'alimentation animale, des carburants, des fibres et des produits médicaux, ainsi que de nombreux services écosystémiques essentiels.

Pour en savoir davantage, veuillez visiter la page suivante : <http://www.fao.org/soils-2015/fr/>

2. Comme le pétrole ou le gaz naturel, le sol est une ressource finie

Le sol est une ressource non-renouvelable. Une fois perdu, il n'est pas récupérable au cours d'une vie humaine. Cela peut prendre des centaines, voire des milliers d'années pour former un centimètre de sol à partir de la roche-mère, mais ce centimètre peut être perdu en l'espace d'une seule année avec l'érosion. Les mauvaises pratiques agricoles – le labourage intensif, l'élimination de la matière organique, l'irrigation excessive utilisant de l'eau de mauvaise qualité et l'utilisation abusive d'engrais, d'herbicides et de pesticides – épuisent les nutriments du sol plus vite qu'ils ne sont capables de se former, conduisant à la perte de la fertilité des sols et à leur dégradation. Selon certains experts, le nombre d'années de couverture du sol restante sur la planète est semblable aux estimations faites concernant les réserves de pétrole et de gaz naturel. Au moins 16 pour cent des terres africaines ont été touchées par la dégradation des sols. Et, à l'échelle mondiale, 50 000 kilomètres carrés de sols, soit une superficie de la taille du Costa Rica, sont perdus chaque année, selon le [Partenariat mondial sur les sols](#).

Pour plus d'informations sur le Partenariat mondial sur les sols, veuillez visiter : <http://www.fao.org/globalsoilpartnership/fr/>

3. Le sol peut atténuer le changement climatique

Le sol constitue le plus grand réservoir de carbone organique terrestre, soit plus du double de la quantité stockée dans la végétation. En plus d'aider à fournir de l'eau potable, prévenir la désertification et apporter la résilience aux inondations et à la sécheresse, le sol atténue le changement climatique par la

séquestration du carbone et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. « Les sols du monde doivent être inclus dans tout programme visant à lutter contre le changement climatique, ainsi qu'à garantir la sécurité alimentaire et de l'approvisionnement en eau », affirme Rattan Lal, directeur du [Centre pour la gestion et la séquestration du carbone](#) de l'Université d'Etat de l'Ohio.

Pour plus d'informations sur le centre, veuillez visiter : <http://cmasc.osu.edu/pageview2/Home.htm>

4. Le sol est vivant, grouillant de vie

Un quart de la diversité biologique de la planète provient du sol. Il contient littéralement des milliards de micro-organismes tels que les bactéries, les champignons et protozoaires, ainsi que des milliers d'insectes, d'acariens et de vers. Il y a davantage d'organismes dans une cuillère à soupe de sol sain qu'il n'existe de personnes sur la planète. « Ce n'est que récemment que nous avons commencé à penser à la biodiversité du sol comme une ressource que nous avons besoin de connaître », mentionne Diana Wall, Directrice scientifique de l'[Initiative mondiale sur la biodiversité du sol](#). « Sans le sol et sa biodiversité, il n'y a pas de vie humaine ».

Des informations supplémentaires sont disponibles sur l'[Initiative sur le site web suivant](#) : <https://globalsoilbiodiversity.org/>

5. Investir dans la gestion durable du sol se justifie sur le plan économique et environnemental

La gestion durable du sol a un coût moindre que celui de la réhabilitation ou la restauration des fonctions du sol. Un projet dirigé par la FAO se concentrant sur les ressources terrestres, hydriques et biologiques pour inverser le processus de la dégradation des terres dans le bassin fluvial de Kagera entre le Burundi, le Rwanda, l'Ouganda et la Tanzanie, a amélioré les moyens d'existence et la sécurité alimentaire des paysans vivant aux environs du Lac Victoria.

Pour lire le *State of the Art Report on Global and Regional Soil Information* veuillez aller au lien suivant : http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/report/Soil_information_Report.pdf

Pour plus d'informations sur les sols, veuillez visiter le site : <http://www.fao.org/post-2015-mdg/news/detail-news/fr/c/277120/>

Partenariat africain sur les sols

Un atelier de trois jours sur le Partenariat africain sur les sols (AfSP) organisé conjointement par le Partenariat mondial sur les sols et le Bureau régional de la FAO pour l'Afrique (RAF), a eu lieu du 20 au 22 mai 2015 à *Coconut Groove Beach Resort*, à Elmina au Ghana. L'atelier a vu la participation de 35 pays de l'Afrique subsaharienne. Lors de son discours d'ouverture de l'atelier, M. Bukar Tijani, Sous-Directeur général/Représentant Régional pour l'Afrique à l'Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'agriculture, a mis les participants au défi de percevoir l'atelier comme une plateforme pour exprimer les problèmes graves à l'ordre du jour. Il a ajouté que depuis la Déclaration d'Abuja de 2006, la tâche à accomplir est énorme : identifier les lacunes existantes et partager des idées sur les moyens innovants d'aller de l'avant.



*Participants réunis à Elmina au Ghana pour former le Partenariat africain sur les sols, du 20 au 22 mai, 2015
(Photo courtoisie de: ©FAO/David Youngs)*

Le modérateur de l'atelier, M. Thiombiano, a fait remarquer que si le monde célèbre l'Année internationale des sols, c'est parce qu'il réalise progressivement que les sols sont réellement une ressource vitale sans laquelle la vie ne saurait continuer. La proclamation du 5 décembre par l'Assemblée des Nations unies comme Journée mondiale des sols, montre que le monde apprécie de plus en plus le rôle dynamique que les sols jouent, en particulier dans la lutte contre les changements climatiques et la préservation d'un environnement durable. Il a ajouté qu'une opportunité spéciale se présente aux chercheurs pour assurer qu'ils tirent profit de cette plateforme pour accorder aux sols la reconnaissance qu'ils méritent.

M. Ronald Vargas du Siège de l'Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'agriculture à Rome, a souligné l'importance d'un partenariat fort pour l'Afrique. Il a expliqué que la mission du Partenariat mondial sur les sols est d'améliorer la gouvernance des ressources en sols limitées de la planète afin de garantir des sols sains et productifs pour un monde vivant dans la sécurité alimentaire, ainsi que de soutenir d'autres services écosystémiques essentiels, en accord avec le droit souverain de chaque État sur ses ressources naturelles. Il a mis en exergue la nécessité de politiques et d'une gouvernance inclusives et d'investissements dans la gestion durable des sols avec pour objectif la recherche sur les sols et le développement des capacités surtout la formation des jeunes.

Les présentations nationales ont porté sur l'état, les besoins et les priorités pour la gestion durable des sols en Afrique subsaharienne (ASS). L'érosion du sol, la dégradation des terres, le développement insuffisant des capacités, les informations inadéquates sur les sols et l'absence d'harmonisation ont été identifiés comme défis auxquels la gestion des ressources est confrontée en ASS. L'atelier a également soutenu la finalisation d'un projet de plan régional de mise en œuvre. Cinq groupes de travail ont été formés pour identifier les activités à inclure dans les Cinq piliers d'action du Partenariat mondial sur les sols (GSP).

Les participants ont envisagé l'établissement d'un comité de pilotage et ses termes de référence comme une étape importante pour le partenariat. Deux personnes ont été sélectionnées dans chaque sous-région et deux autres pour représenter l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA) et l'Association africaine de la science du sol (AASS). Professeur Victor Chude a été

désigné comme Président du Comité. Pour faciliter les activités de l'AfSP, le Bureau régional de la FAO pour l'Afrique s'est porté volontaire pour abriter le Secrétariat. M. Brahene Sebastian (Sebastian.Brahene@fao.org) and Mme Liesl Wiese (WieseL@arc.agric.za) ont été officiellement chargés d'assumer la responsabilité du Secrétariat.



Membres désignés du Comité de pilotage du Partenariat africain sur les sols (Photo courtoisie de: ©FAO/David Youngs)

La publication du communiqué d'Elmina a été considérée comme une étape importante dans la communication au monde de l'état de préparation de l'Afrique pour s'attaquer aux défis qui menacent ses ressources en sols et également à encourager les gouvernements et les autres parties prenantes à honorer leurs engagements à soutenir l'ASS à faire face aux défis du changement climatique qui menace l'agriculture et les moyens d'existence des populations africaines.

Les informations sur l'atelier sont accessibles sur les pages suivantes:

<http://www.fao.org/globalsoilpartnership/highlights/detail/fr/c/288450/>

<http://www.fao.org/globalsoilpartnership/partenariats-regionaux-sur-les-sols/afrique/fr/>

Les forêts alimentaires pourraient contribuer à mettre un terme à la faim chez les nomades des régions arides de l'Afrique de l'est

Formation des éleveurs Samburu (nord du Kenya) à la plantation de forêts (forêts alimentaires)

Pour l'intégralité de l'article aller à la page suivante : <https://www.takepart.com/article/2015/08/25/pastoralists-drought-food-forests>

Extrait:

Dans le comté de Samburu ravagé par la sécheresse, 86 pourcent de la population vit en dessous du seuil de pauvreté. C'est toutefois dans ce paysage semi-aride

qu'Aviram Rozin, fondateur de Sadhana Forest, forme les éleveurs Samburu à la plantation de forêts alimentaires. Conçue de manière à reproduire l'écologie étagée d'une forêt naturelle, la forêt alimentaire est composée de sept couches qui varient des grands arbres aux arbustes courts qui chacun travaillent à soutenir les autres. Dans le Comté de Samburu, ces forêts sont plantées avec 18 espèces d'arbres et d'arbustes fruitiers indigènes résistants à la sécheresse, y compris le chêne d'Afrique dont les fruits seraient riches en protéines et en fer, et le moringa, connu localement sous le nom « Aide aux mamans » grâce à son fruit qui favorise la production de lait chez les femmes allaitantes et réduit la malnutrition chez les petits enfants. Depuis le lancement de ses opérations au Kenya en mai 2014, *Sadhana Forest* a formé plus de 1000 personnes dans cette approche rudimentaire de l'agriculture.

Tant que nous accorderons plus de valeur à un arbre mort qu'à un arbre vivant, nous sommes dans le pétrin

Source: Paul Polman tweet @wemeanbusiness



Paul Polman @PaulPolman
info@twitter.com

ANNONCES

Conférence de reboisement Accra, Ghana le 16 et 17 mars 2016

Il est temps de se serrer les coudes pour éliminer les obstacles et de donner une « boost » spectaculaire au reboisement. Le reboisement et la restauration de paysage comme moyen de lutter contre le changement climatique sont maintenant élevés sur l'ordre du jour de nombreux gouvernements et organismes, notamment à la suite de la COP21 à Paris. Une coopération étroite entre les entreprises et les investisseurs est nécessaire pour relever ce défi et à développer des plantations forestières en une entreprise stable et durable qui sera bénéfique à tous ceux concernés. Les opportunités pour tous les intervenants sont énormes. Un certain nombre de projets est déjà en place et des initiatives telles que AFR100 font preuve d'un engagement fort, mais le rythme et l'ampleur des opérations est encore bien trop faible pour inverser la perte de forêts.

La création réussie de nouvelles forêts exige un engagement étroit à long terme et la coopération entre toutes les parties. C'est pour cette raison que nous avons mis en place une réunion de travail le 16 et 17 mars, 2016 à Accra, au Ghana. La Conférence s'inscrit dans l'initiative « Forests for the Future – New Forests for Africa », qui vise le reboisement à grande échelle en Afrique. Comme les finances constituent un élément clé, la conférence aura un fort accent sur les aspects financiers de reboisement. Nous sommes fiers d'annoncer que l'un de nos conférenciers invités sera l'Honorable M. Kofi Annan, Président de la Fondation Kofi Annan.

La Conférence est sur invitation seulement, et basée sur l'impact que les participants pourraient avoir et auront sur la reforestation en Afrique. Si vous pensez que vous devriez être participant à la Conférence, veuillez envoyer un e-mail avec vos coordonnées et la raison de votre présence à: info@newforestsforafrica.org

Pour plus d'information (programme, etc.): <http://newforestsforafrica.org>

Semaine internationale du compostage. 1-7 Mai 2016

La Semaine internationale du compostage est la plus grande initiative pédagogique de l'industrie du compost. Elle est célébrée chaque année durant la première semaine du mois de mai.

Pour plus de détails, suivre le lien <http://compostingcouncil.org/icaw/>

La vingtième session de la Commission des forêts et de la faune sauvage en Afrique.

Nairobi, Kenya, 1-5 février 2016

À l'aimable invitation du Gouvernement de la République du Kenya, la Vingtième Session de la Commission des forêts et de la faune sauvage en Afrique (CFFSA) et la Quatrième Semaine des forêts et de la faune sauvage pour l'Afrique (SFFSA) se tiendront au Centre international de conférence Kenyatta à Nairobi, du 1^{er} au 5 février 2016. Le thème retenu pour cette Session et la Quatrième Semaine des forêts et de la faune sauvage pour l'Afrique est « **Gestion durable des forêts et de la faune sauvage en Afrique : améliorer les valeurs, avantages et services** ». Le thème a été expressément sélectionné avec les membres du Bureau de la CFFSA pour souligner et mettre en œuvre les diverses facettes de la gestion durable des forêts et de la faune sauvage, et pour saisir complètement leur importance au maintien des moyens d'existence de millions de personnes, et leur contribution générale au développement durable dans la région. La SFFSA se tiendra simultanément avec la Session de la Commission. Son objectif est d'attirer davantage l'attention des responsables politiques et du public à la contribution des forêts et de la faune sauvage à l'économie nationale et à l'amélioration des moyens d'existence des populations, et par conséquent, au besoin d'accorder une meilleure reconnaissance à la foresterie et à la faune sauvage dans le programme national de développement élargi. La Semaine inclura plusieurs expositions et événements parallèles.

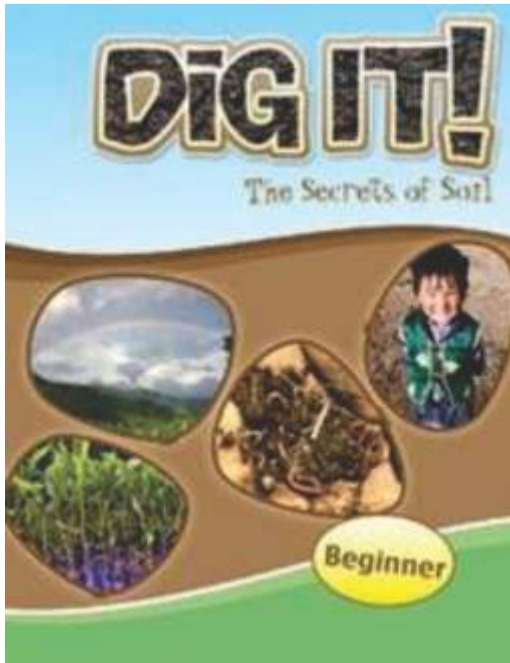
La FAO lance du matériel pédagogique sur l'importance des sols sains



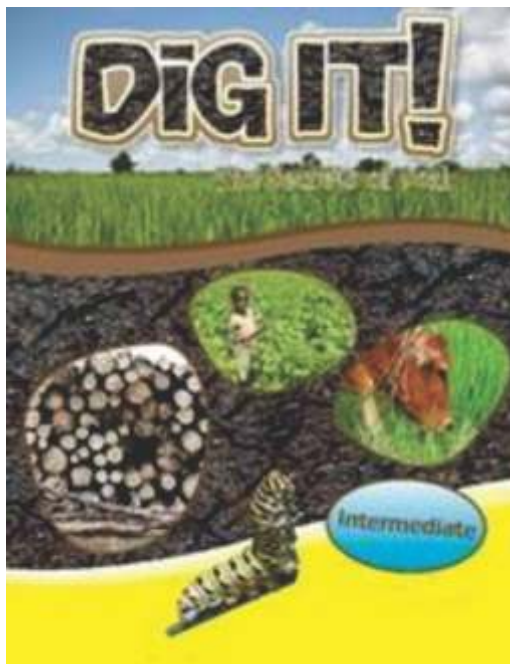
Une nouvelle série de livrets éducatifs enseigne aux enfants l'importance de sols sains pour préserver notre nourriture, notre environnement, nos moyens de subsistance et notre bien-être.

Matériel pédagogique

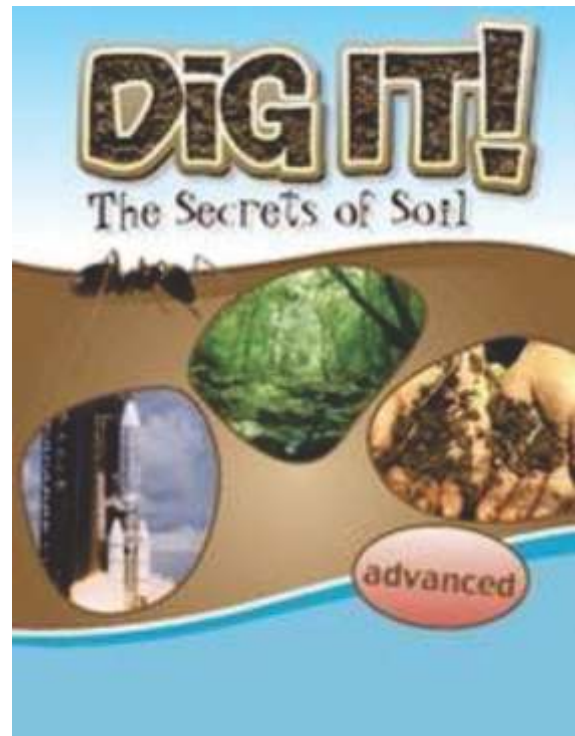
Approfondissez vos connaissances sur les sols grâce à nos brochures éducatives pour les enfants âgés de 5 à 14 ans. Un guide pédagogique est également disponible à l'intention des enseignants.



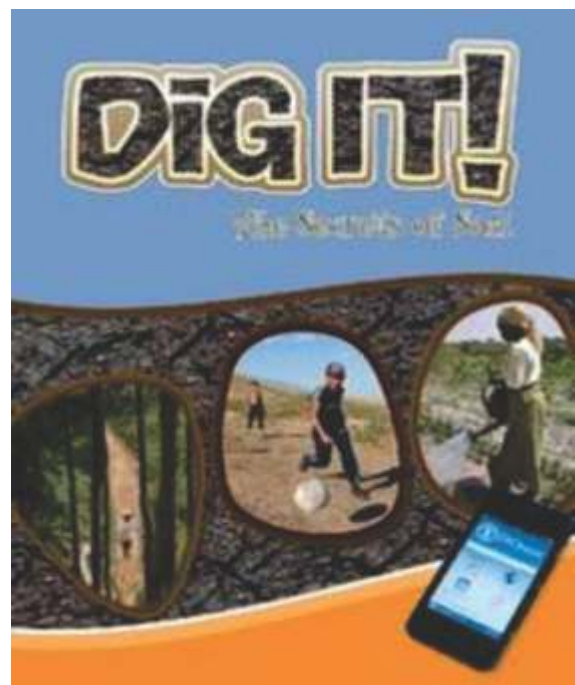
EXPLORE! Les secrets du sol!
Débutant



EXPLORE! Les secrets du sol!
Intermédiaire



EXPLORE! Les secrets du sol
Avancé



EXPLORE! Les secrets du sol
TEXT QUI VIENT DU SOL

THEME ET DATE LIMITE POUR LA SOUMISSION DES MANUSCRITS POUR LE PROCHAIN NUMERO

Thème et date limite du prochain numéro

Le prochain numéro du magazine Nature & Faune présentera des articles brefs liés au thème de la « *Gestion durable des forêts et de la faune sauvage en Afrique : Améliorer les valeurs, les avantages et les services* ». Ce thème est en harmonie avec la mission du magazine qui est de servir de vitrine à la gestion des ressources naturelles et à sa contribution au maintien des moyens d'existence des peuples d'Afrique. Le présent numéro de *Nature & Faune* rentre dans le cadre des contributions de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture à la mise en lumière des multiples facettes de la gestion durable des forêts et de la faune sauvage, pour saisir complètement leur importance dans le maintien des moyens d'existence de millions de personnes et contribuer au développement général de la région.

Alors que les forêts du monde continuent de disparaître tandis que les populations s'accroissent et que les terres forestières sont converties à l'agriculture et à d'autres usages, le taux de déforestation net mondial a ralenti de plus de 50 pour cent au cours des 25 dernières années. La bonne nouvelle est que des superficies croissantes de zones forestières sont désormais protégées tandis qu'un nombre accru de pays améliorent la gestion forestière. Cela est souvent effectué au moyens de lois et incluent la mesure et la surveillance des ressources forestières et une plus grande participation des communautés locales à la planification et au développement des politiques.

L'année 2015 a été cruciale et a débouché sur une nouvelle ère de développement avec l'adoption du Programme de développement durable à l'horizon 2030. Le programme de développement pour l'après-2030 a réaffirmé l'importance des forêts dans son 15^{ème} Objectif. « Gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des terres et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité ». En septembre 2015, le XIV^{ème} Congrès forestier mondial (CFM) a produit la Déclaration de Durban. Le Congrès a offert une nouvelle vision pour les forêts et la foresterie dans laquelle (i) au delà des arbres, les forêts sont fondamentales pour la sécurité alimentaire et l'amélioration des moyens d'existence ; (ii) les approches intégrées de l'utilisation des terres ouvrent la voie pour l'amélioration des politiques et pratiques ; et (iii) les forêts offrent une solution essentielle pour l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de leurs effets.

L'Afrique est sur sa lancée et à rappelé aux participants du Congrès les débuts d'un voyage vers l'Agenda 2063 et a également exhorté les pays africains à traduire les principes de l'« Afrique que nous voulons dans le futur » en programmes concrets et réalisables dans les secteurs des forêts et de la gestion des ressources naturelles. Le Congrès a en outre

demandé la formulation d'approches intégrées multisectorielles de la gestion durable des ressources forestières, des innovations et renforcement technologiques dans le secteur forestier et des investissements et financements supplémentaires.

Un nouveau jalon a été posé avec l'Accord de Paris adopté durant la COP21 de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) en décembre 2015. La COP21 de la CCNUCC qui vient de s'achever, a aussi reconnu le rôle de la conservation, de la gestion durable des forêts et de l'amélioration des stocks de carbone forestier ; ainsi que des approches politiques alternatives, telles que les approches conjointes d'atténuation et d'adaptation pour la gestion intégrée et durable des forêts ; tout en réaffirmant l'importance des avantages non-liés au carbone associés à ces approches ; en encourageant la coordination de l'appui provenant, entre autres, des sources publiques et privées, bilatérales et multilatérales.

Pour évaluer et améliorer le rôle des forêts, nous devons mieux comprendre les populations vivant dans et autour des forêts, leurs valeurs, les avantages et services qu'ils obtiennent pour leurs moyens d'existence, et les types de politiques et réglementations qui influencent ces interactions. Le comité de rédaction invite donc les auteurs à soumettre des articles qui traitent des contributions générales des forêts, des arbres, de la faune sauvage et des ressources naturelles sur les sujets tels que la valorisation des produits forestiers ligneux et non ligneux ; les forêts et la faune sauvage pour le développement social et économique ; la gestion des ressources forestières et hydriques ; la foresterie et l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets ; la chasse et le commerce illicites ; les politiques sur les forêts et la faune sauvage ; et la restauration des forêts et du paysage en Afrique.

La date limite de soumission des manuscrits pour le prochain numéro est fixée au 30 avril 2016.

¹<http://www.fao.org/forest-resources-assessment/fr/>

²<http://www.fao.org/about/meetings/world-forestry-congress/outcome/en/>

³L'Agenda 2063 est une "Stratégie globale pour optimiser l'utilisation des ressources de l'Afrique au profit de tous les africains"

⁴"L'Afrique que nous voulons dans le futur" reflète une vision pour l'Afrique basée sur les aspirations des pays africains et de leurs peuples, exprimées dans l'« Agenda 2063 - L'avenir que nous voulons pour l'Afrique » pour « une Afrique intégrée, axée sur les populations, prospère et en paix avec elle-même ». L'Agenda 2063 renforce également les idéaux du panafricanisme. Visiter <http://agendda2063.au.int/>

DIRECTIVES À L'INTENTION DES AUTEURS, ABONNEMENT ET CORRESPONDANCE

À l'attention de nos abonnés, lecteurs et contributeurs:

- **Directives à l'intention des auteurs** – Afin de faciliter les contributions des auteurs potentiels, nous avons compilé des directives pour la préparation des manuscrits pour la Revue *Nature & Faune*. Les articles courts et précis sont privilégiés (maximum de 1500 mots, environ 3 pages). Prière visiter notre site web ou nous envoyer un email pour recevoir une copie des Directives.
- **Soumission d'articles** - Nous vous invitons à nous envoyer vos articles, nouvelles, annonces et rapports. Nous tenons à exprimer à quel point il est important et plaisant pour nous de recevoir vos contributions et vous remercions de votre appui constant à la Revue *Nature & Faune* dans le cadre de nos efforts communs pour étendre la portée et l'impact des initiatives de conservation en Afrique.
- **Abonnement/désabonnement** – Pour vous abonner ou vous désabonner de prochains éditions, veuillez nous envoyer un courriel.

Contact:

La Revue *Nature & Faune*
Bureau régional de la FAO pour l'Afrique
#2 Gamel Abdul Nasser Road
P. O. Box GP 1628 Accra, Ghana

Téléphone: (+233) 302 610 930 Extension 41605
Téléphone cellulaire: (+233) 246 889 567
Télécopie: (+233) 302 668 427
Courriels: nature-faune@fao.org
Ada.Ndesoatanga@fao.org
Site Web: <http://www.fao.org/africa/resources/nature-faune/fr/>



2015

Année internationale
des sols

La Revue Nature & Faune est une publication révisée par les pairs, d'accès libre, internationale et bilingue (anglais et français) consacrée à l'échange d'informations et d'expériences pratiques dans les domaines de la gestion de la faune sauvage et des aires protégées, et de la conservation des ressources naturelles sur le continent africain. Elle a fait l'objet d'une large diffusion depuis 1985. La Revue Nature & Faune dépend de vos contributions libres et volontaires sous forme d'articles et d'annonces portant sur l'amélioration de la gestion rationnelle des ressources naturelles renouvelables pour la sécurité alimentaire en Afrique.

Prière adresser vos observations et requêtes à :

La Revue Nature & Faune
Bureau régional de la FAO pour l'Afrique
#2 Gamel Abdul Nasser Road
P. O. Box GP 1628 Accra, Ghana

Téléphone: (+233) 302 610 930 Extension 41605

Téléphone cellulaire: (+233) 246 889 567

Télécopie: (+233) 302 668 427

Courriels: nature-faune@fao.org

Ada.Ndesoatanga@fao.org

Site web: <http://www.fao.org/africa/resources/nature-faune/fr/>