



« Création d'un avenir alimentaire durable » – Épisode 4

AMÉLIORATION DE LA GESTION DES TERRES ET DE L'EAU

ROBERT WINTERBOTTOM, CHRIS REIJ, DENNIS GARRITY, JERRY GLOVER, DEBBIE HELLUMS,
MIKE MCGAHUEY, ET SARA SCHERR

RÉSUMÉ

Les systèmes de production alimentaire du monde sont confrontés à d'immenses difficultés. La dégradation des terres, les pressions liées à l'occupation des sols et le changement climatique nuisent à des millions d'agriculteurs des pays en développement, qui doivent lutter pour nourrir leur famille. Beaucoup de petits exploitants agricoles doivent faire face à des rendements agricoles et à des revenus faibles et imprévisibles, ainsi qu'à une insécurité alimentaire chronique. Ces difficultés sont particulièrement graves dans les zones arides d'Afrique subsaharienne, où la dégradation des terres, l'épuisement des sols, la pénurie d'eau et le prix élevé des engrais contribuent aux faibles récoltes, et donc à la pauvreté et à la famine.

Les agriculteurs et les scientifiques ont identifié un large éventail de pratiques de gestion des terres et de l'eau susceptibles de freiner la dégradation des terres et d'accroître la productivité agricole sur le long terme. Ces pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau pourraient bénéficier aux agriculteurs et économies rurales de plusieurs manières : récoltes plus abondantes, apport d'autres produits tels que bois de chauffe et fourrage, opportunités de revenus et d'emploi plus nombreuses et résistance accrue au changement climatique. En effet, en appliquant ces pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau, on peut :

- Augmenter le taux de matière organique des sols
- Améliorer la structure des sols
- Réduire l'érosion des sols
- Augmenter la filtration de l'eau
- Optimiser l'utilisation de l'eau
- Reconstituer le stock d'éléments nutritifs du sol
- Optimiser l'absorption des éléments nutritifs.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé.....	1
Terre, Eau et Nourriture	3
Les défis liés à la dégradation des terres.....	6
Pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau.....	11
Opportunités de mise à l'échelle	25
Approches recommandées pour accélérer la mise à l'échelle.....	27
Un appel à l'action.....	34
Notes de fin.....	36
Références.....	39

Avertissement : Les Documents de travail contiennent des études, analyses, résultats et recommandations préliminaires. Ils sont diffusés dans le but de favoriser des discussions opportunes et un retour d'information critique, et d'encourager un débat permanent à propos des problèmes émergents. La plupart des documents de travail sont par la suite publiés sous un autre format et leur contenu peut être révisé.

Citation suggérée : Winterbottom, R., et al. 2013. « Amélioration de la gestion des terres et de l'eau. » Document de travail, épisode 4 de Création d'un avenir alimentaire durable. Washington, DC : World Resources Institute. Accessible sur : <http://www.worldresourcesreport.org>.

Dans ce document, nous décrivons quatre des pratiques de gestion des terres et de l'eau les plus prometteuses, particulièrement adaptées aux zones arides d'Afrique subsaharienne :

1. *L'agroforesterie—intégration* — délibérée de plantes, arbres et arbustes ligneux pérennes sur les mêmes parcelles que les cultures ou le bétail.
2. *L'agriculture de conservation—combinaison* de réduction du travail du sol, rétention des résidus de culture ou maintien des couvertures végétales et rotation ou diversification des cultures.
3. *Collecte des eaux de pluie—pratiques* peu coûteuses telles que cuvettes de plantation, cordons pierreux et tranchées dans les pentes, qui captent et collectent les eaux de pluie avant qu'elles ne ruissellent hors des champs agricoles.
4. *Gestion intégrée de la fertilité des sols—utilisation* combinée de quantités judicieuses d'engrais minéraux et d'amendements des sols tels que fumier, résidus de cultures, compost, litière de feuilles, chaux ou phosphate minéral.

Ce document de travail examine chacune de ces quatre pratiques en profondeur, et décrit leurs impacts observés sur les rendements agricoles et autres bénéfices mesurables pour les agriculteurs et les communautés locales. Par exemple :

1. *Agroforesterie*. Au Malawi, les rendements de maïs ont augmenté d'environ 50 % après la plantation d'arbres *Faidherbia albida*, qui ont la propriété de fixer l'azote, dans les exploitations. Au Sénégal, la présence d'arbustes *Piliostigma reticulatum* et *Guiera senegalensis* dans les champs a optimisé l'utilisation des éléments nutritifs sur des systèmes de culture unique, et a contribué à créer des « îlots de fertilité », plus riches en matière organique et plus concentrés en azote et en phosphore sous les houppiers des arbres que dans les zones découvertes.
2. *Agriculture de conservation*. En Zambie, les rendements du maïs cultivé dans des systèmes d'agriculture de conservation avec rotation des cultures peuvent être 50 % plus élevés que les rendements obtenus par la culture traditionnelle.
3. *Collecte des eaux de pluie*. Les agriculteurs du Burkina Faso ont doublé leurs rendements de céréales en utilisant plusieurs techniques de collecte des eaux, dont les cordons pierreux et les cuvettes de plantation.

4. *Gestion intégrée de la fertilité des sols*. En Afrique de l'Ouest, l'adoption d'une gestion intégrée de la fertilité des sols sur plus de 200 000 hectares a permis une hausse des rendements des cultures de 33 à 58 % sur une période de quatre ans, et les revenus ont augmenté de 179 % pour le maïs et de 50 % pour le manioc et le niébé.

Les agriculteurs ont réalisé des bénéfices encore plus importants en combinant ces pratiques, et ont vu leurs rendements continuer à augmenter en les combinant aux solutions de technologie agricole classiques telles que l'utilisation d'engrais et de variétés de semences améliorées. Un exemple de pratique économique et complémentaire est le « micro-dosage », qui consiste à appliquer de manière ciblée des petites quantités d'engrais, souvent un simple petit bouchon, directement sur les semences ou les jeunes pousses, au moment de la plantation ou lorsqu'il pleut. Près de 500 000 petits exploitants agricoles du Mali, du Burkina Faso et du Niger ont appris la technique du micro-dosage et ont vu leurs rendements de sorgho et de mil augmenter de 44 à 120 % et leurs revenus familiaux de 50 à 130 %.

Ces quatre pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau peuvent aider les petits propriétaires à dynamiser leurs rendements agricoles et apporter d'autres bénéfices aux fermes individuelles. Toutefois, dans de nombreuses situations, améliorer et soutenir la productivité agricole nécessitera une coordination entre les utilisateurs de ressources disséminés sur le territoire, notamment les terres non cultivées, les zones humides, les forêts et les pâturages extensifs. Les approches de gestion intégrée des paysages mettent les secteurs et parties prenantes autour de la table afin qu'ils planifient, conçoivent et gèrent leurs paysages de manière à améliorer la production agricole, préserver l'écosystème et développer des moyens de subsistance durables.

Malgré les multiples bénéfices d'une gestion améliorée des terres et de l'eau, son adoption par les petits exploitants reste limitée dans la plupart des régions. Certains des obstacles couramment cités sont un manque de sensibilisation aux pratiques appropriées et à leurs avantages, ainsi que de faibles niveaux d'investissement dans la diffusion des connaissances. Dans de nombreux cas, les politiques et la législation nationales ne fournissent pas de mesures d'incitation suffisantes - jouissance et droits de propriété des terres - pour encourager les agriculteurs à investir dans une gestion améliorée des terres et de l'eau. De nombreux petits exploitants agricoles ne sont pas du tout

contactés par les agents de vulgarisation. Et lorsque la vulgarisation existe, l'agroforesterie, l'agriculture de conservation ou autres pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau sont trop souvent insuffisamment intégrées.

Néanmoins, la gestion améliorée des terres et de l'eau, qui fait partie intégrante des stratégies de développement agricole, présente un gros potentiel de déploiement. En Afrique subsaharienne, les conditions sont à présent réunies pour investir dans l'agroforesterie et autres pratiques améliorées sur les terres agricoles, qui s'étendent sur plus de 300 millions d'hectares. Si les pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau étaient mises en œuvre ne serait-ce que sur 25 % de ces terres pour améliorer leur rendement agricole de 50 %, les agriculteurs produiraient 22 millions tonnes d'alimentation supplémentaires chaque année. Une telle augmentation d'échelle pourrait potentiellement fournir chaque jour 615 kilocalories (kcal) de plus à chacun des 285 millions de personnes vivant dans les zones arides d'Afrique.

Si des dizaines de millions de petits exploitants agricoles étaient motivés à investir leur main d'œuvre et leurs ressources financières limitées dans ces pratiques éprouvées de gestion des terres et de l'eau, la productivité des terres agricoles dégradées pourrait être restaurée et les rendements agricoles dynamisés. Ce document de travail propose sept voies pour accélérer la mise à l'échelle de ces pratiques améliorées :

1. Renforcer les systèmes de gestion des connaissances et l'accès à l'information.
2. Intensifier la communication et la diffusion des informations de manière à amplifier la voix des champions de ces pratiques et de créer un lien direct avec les agriculteurs.
3. Soutenir les réformes institutionnelles et politiques, en particulier sur le plan de la consolidation des droits de propriété.
4. Soutenir le développement des capacités, notamment pour la gestion des ressources naturelles par les communautés.
5. Offrir davantage d'aide à la gestion intégrée des paysages.
6. Renforcer les mesures d'incitation économiques et l'implication du secteur privé.
7. Promouvoir les investissements dans la gestion améliorée des terres et de l'eau afin de catalyser l'adoption de ces pratiques en tant que composantes stratégiques des programmes de sécurité alimentaire et d'adaptation au changement climatique.

Bien que les petits exploitants agricoles soient des acteurs clés, de nombreux autres acteurs et organisations ont un rôle à jouer dans la mise en œuvre de ces stratégies. Les gouvernements nationaux devraient créer des politiques visant à favoriser le développement agricole - sans oublier des lois en matière de jouissance et de propriété des terres - afin de sécuriser les droits des agriculteurs sur leur terre et de faire en sorte qu'ils soient reconnus en tant que propriétaires des arbres présents sur l'exploitation. Les gouvernements devraient également créer des conditions favorables à l'investissement du secteur privé dans des approches basées sur le marché visant à renforcer les chaînes de valeur de l'agroforesterie. Le secteur public et le secteur privé - en travaillant avec les communautés locales, les partenaires internationaux et les organisations d'aide au développement - peuvent participer à la diffusion de ces pratiques améliorées en investissant dans la gestion des connaissances, la communication et l'information, ce qui contribuerait à redresser la productivité agricole, à améliorer les conditions de vie en zone rurale et à assurer un avenir alimentaire durable.

TERRE, EAU ET NOURRITURE

Dans le premier rapport de la série de documents de travail (Encadré 1) *Création d'un avenir alimentaire durable*, nous montrons que le monde doit initier une grande action d'équilibrage de trois nécessités : Nécessité de combler un écart global de 6 500 trillions de kilocalories (kcal) par an entre la nourriture disponible en 2006 et la nourriture nécessaire en 2050 - soit une augmentation d'environ 69 % des calories nécessaires - pour nourrir correctement la planète.¹ Nécessité d'adopter une agriculture contribuant au développement économique et social. Et nécessité d'adopter une agriculture à moindre impact sur le climat, l'eau et les écosystèmes.

Tout au long de la série *Création d'un avenir alimentaire durable*, nous explorons un menu de solutions susceptibles de se combiner pour satisfaire ces nécessités. L'une des rubriques du menu propose d'améliorer les pratiques de gestion des terres et de l'eau afin de fortement augmenter les rendements sur les terres de culture existantes. Les « Pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau » font référence à une série de pratiques consistant, pour les agriculteurs, à gérer les ressources naturelles de manière à maintenir et augmenter le contenu des sols en matière organique, recycler les éléments nutritifs des sols, réduire le ruissellement des eaux de pluie et générer d'autres bénéfices. Ces pratiques incluent l'agroforesterie (planta-

Comment le monde pourra-t-il décemment nourrir plus de 9 milliards de personnes d'ici 2050 tout en assurant le développement économique et en réduisant la pression sur l'environnement ? Il s'agit de l'une des questions essentielles auquel le monde devra répondre au cours des quatre prochaines décennies.

La solution réside dans le lancement d'une « grande action d'équilibrage » de trois nécessités, qui devront être traitées simultanément. Première nécessité : combler l'écart entre la nourriture disponible aujourd'hui et celle dont nous aurons besoin d'ici 2050. Deuxième nécessité : adopter une agriculture qui contribue au développement économique et social. Troisième nécessité : adopter une agriculture à moindre impact environnemental.

Le prochain Rapport sur les ressources mondiales 2013-2014, *Création d'un avenir alimentaire durable*, tente de répondre à cette question en proposant un menu de solutions susceptibles d'accomplir la grande action d'équilibrage. « Amélioration des pratiques de gestion des terres et de l'eau » décrit l'une de ces solutions ou rubriques de menu, et constitue un épisode d'une série de documents de travail donnant lieu au Rapport sur les ressources mondiales.

Depuis les années 1980, le Rapport sur les ressources mondiales fournit aux décideurs des gouvernements et de la société civile des analyses et points de vue sur les difficultés majeures à concilier développement et environnement. Pour en savoir plus sur le Rapport sur les ressources mondiales et accéder aux épisodes et éditions précédentes, visiter www.worldresourcesreport.org.

tion d'arbres et arbustes pérennes sur les terres cultivées), agriculture de conservation, collecte des eaux de pluie et autres méthodes. Cette rubrique du menu inclut également l'intégration de pratiques particulièrement efficaces dans la gestion de la fertilité des sols. Les agriculteurs peuvent mettre ces pratiques en œuvre en complément d'autres intrants agricoles tels qu'engrais et variétés de semences améliorées. Des efforts d'amélioration de la gestion des terres et de l'eau encore plus poussés sont particulièrement nécessaires en Afrique subsaharienne, la région de la planète la plus vulnérable car cumulant pauvreté des sols, grande variabilité de la disponibilité de l'eau, faibles rendements agricoles et explosion de la demande de nourriture.

Comment une plus grande utilisation des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau pourrait-elle contribuer à un avenir alimentaire durable ? Comment une plus grande mise à l'échelle pourrait-elle être réalisée ? Le présent document de travail tente de répondre à ces questions. Il commence par récapituler les difficultés que posent la dégradation des sols et la variabilité des pluies pour la croissance des rendements, en mettant l'accent sur la situation particulièrement critique de l'Afrique subsaharienne. Il continue en introduisant une série de pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau et en donnant la preuve de leur impact positif sur les rendements des cultures et les bénéfices associés. Il examine ensuite les conditions qui ont encouragé les agriculteurs à investir dans ces pratiques améliorées de gestion des terres et de

l'eau et leur impact potentiel sur la production alimentaire, notamment en Afrique subsaharienne. Il conclut en mettant en lumière les opportunités de mise à l'échelle des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau et en recommandant des politiques et approches capables d'en accélérer l'adoption.

L'amélioration des pratiques de gestion des terres et de l'eau sur les terres cultivées existantes, surtout dans les régions confrontées à l'insécurité alimentaire, à la pauvreté rurale et à la dégradation des sols telles que l'Afrique subsaharienne, permettrait de répondre aux critères de développement et environnementaux introduits dans « La grande action d'équilibrage » (Tableau 1). En augmentant de façon significative les rendements des cultures et en générant une série de bénéfices supplémentaires, l'amélioration des pratiques de gestion des terres et de l'eau contribuerait à réduire la pauvreté et à donner davantage d'autonomie aux femmes, tout en réduisant les pressions sur le climat, l'eau et les écosystèmes.

Tableau 1 | **Performance de l'« Amélioration des pratiques de gestion des terres et de l'eau » au regard des critères pour un avenir alimentaire durable** ● = positive ○ = neutre/cela dépend ☒ = négative

CRITÈRE	DÉFINITION	PERFORMANCE	COMMENTAIRE
Réduction de la pauvreté	Réduit la pauvreté et fait progresser le développement rural tout en restant rentable	●	■ L'amélioration des pratiques de gestion des terres et de l'eau peut augmenter le taux de matière organique et d'humidité des sols, l'efficacité des engrais, la viabilité des variétés de semences améliorées, et fournir d'autres avantages qui dynamisent directement les rendements et les revenus des agriculteurs. Le défi consiste à mettre ceci en œuvre de manière à bénéficier aux petits exploitants. ■ Certaines pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau - telles que l'intégration d'arbres pérennes sur les terres agricoles et l'expansion de cultures maraichères en saison sèche - peuvent diversifier les sources de revenus des agriculteurs. Les études sur l'impact économique de tels investissements montrent des avantages significatifs
Genre	Génère des avantages pour les femmes	●	■ L'amélioration des pratiques de gestion des terres et de l'eau peut diversifier et augmenter les sources de revenu des femmes. Les avantages connexes tels que l'accès au bois de chauffe, au fourrage et à l'eau peuvent également réduire la charge de travail des femmes.
Écosystèmes	Évite l'expansion agricole dans les écosystèmes terrestres naturels restants et réduit la pression arable en matière de surpêche	●	■ L'amélioration des pratiques de gestion des terres et de l'eau restaure et augmente la productivité des terres agricoles existantes, réduisant ainsi le besoin d'étendre les terres cultivées.
Climat	Contribue à réduire les gaz à effet de serre émis par les activités agricoles jusqu'à des niveaux cohérents avec la stabilisation du climat	●	■ L'amélioration des pratiques de gestion des terres et de l'eau, en augmentant le taux de matière organique et la densité d'arbres et d'arbustes dans les exploitations, permet de séquestrer le carbone sur les terres cultivées. ■ Certaines pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau, en retenant l'humidité des sols, rendent les agriculteurs moins vulnérables au climat.
Eau	N'épuise pas ou ne pollue pas les couches aquifères ou les eaux de surface	●	■ La collecte des eaux de pluie et autres pratiques réduisent directement le ruissellement des eaux de pluie, augmentent l'infiltration de l'eau dans les sols, rechargent les couches aquifères et contribuent à améliorer les alimentations en eau locales.

LES DÉFIS LIÉS À LA DÉGRADATION DES TERRES

Les systèmes de production alimentaire du monde sont confrontés à d'immenses difficultés. Alors que la surface de terre dédiée à la production agricole n'a jamais été si étendue, 870 millions d'individus sont aujourd'hui en état de malnutrition.² L'échec du traitement des causes racines de la pauvreté rurale, de la dégradation des terres et du déclin de la fertilité des sols est un facteur déterminant dans ce défi permanent.³ 75 % des pauvres des pays en développement vivent en zones rurales, dont beaucoup dépendent de l'agriculture en tant que principal moyen de survie.⁴ Pourtant, de nombreux petits exploitants agricoles doivent composer avec des rendements et des revenus faibles et imprévisibles, ainsi qu'avec l'insécurité alimentaire chronique.⁵ En Asie du Sud et en Afrique subsaharienne en particulier, les petits exploitants agricoles sont pris dans une toile de pauvreté rurale et de faim.⁶ Sur les 870 millions d'individus sous-alimentés en 2010-2012, 538 millions vivaient dans ces régions.⁷ Pour des millions de petits exploitants agricoles, augmenter la productivité constitue un tremplin pour sortir de la pauvreté. Toutefois, pour augmenter de façon significative la productivité de leurs cultures sur le long terme, les agriculteurs devront abandonner les pratiques qui contribuent à la dégradation des sols, et les gouvernements et agences de développement devront œuvrer davantage pour faciliter ces changements.

Environ 37 % des terres de la planète sont consacrées à la production de nourriture.⁸ En outre, l'agriculture compte pour 70 % de tous les prélèvements d'eau douce.⁹ L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) estime qu'un quart des terres totales est très dégradé à cause de l'érosion hydrique et éolienne incontrôlée, d'un rechargement insuffisant des sols en matière organique et en éléments nutritifs, du surpâturage, du défrichage et de la perte de couvertures végétales, de la salinisation et autres conséquences d'une utilisation et d'une gestion non durables des sols.¹⁰ La dégradation des terres, l'érosion des sols et la désertification à cette échelle contribuent à la pauvreté chronique, à la faim et aux conflits.¹¹ Une meilleure gestion des terres et de l'eau, associée à une utilisation accrue des pratiques de conservation des sols, pourrait aider à inverser la dégradation des sols et à augmenter les rendements agricoles, mais dans de nombreuses régions du monde, ces pratiques ne sont pas encore largement adoptées.

L'échec du maintien et de l'amélioration de la fertilité des sols est un facteur important de dégradation des terres. Au niveau mondial, seule la moitié des éléments nutritifs retirés des sols agricoles par la récolte est renouvelée.¹² Les nutriments des sols des terres arables sont perdus lorsque la quantité d'azote, de phosphore et de potassium éliminée par les récoltes dépasse les quantités ajoutées en une année. L'agriculture permanente (sans mises en jachère régulières et prolongées) réduit la fertilité des sols. Sans mises en jachères suffisantes ou autre mesures, le stock de matières organiques et d'éléments nutritifs s'amenuisent au fil du temps. L'analyse globale montre un lien négatif fort entre l'épuisement des nutriments et les rendements agricoles.¹³

Les ressources en terre et eau étant dégradées, des services écosystémiques d'importance critique - tels que la régulation des cours d'eau et des inondations, la formation des sols et le cycle des nutriments et de l'eau - sont négativement impactés, voire perdus.¹⁴ La perte de ces services écosystémiques mine la production agricole,¹⁵ et comme la productivité des terres arables stagne ou décline, la tentation de défricher et de convertir de nouvelles terres en cultures ou en pâturages devient plus grande.

La dégradation des terres est particulièrement préoccupante dans les zones arides du monde,¹⁶ qui couvrent 41 % de la surface de la terre. Globalement, les zones arides abritent 36 % de la population mondiale et produisent 44 % de la production alimentaire mondiale, dont 50 % de la production mondiale de bétail.¹⁷ La dégradation incontrôlée des zones arides en réduit la productivité économique et biologique et mine le bien-être et la résilience des personnes qui y vivent.¹⁸

Les défis liés à la dégradation des terres et de la fertilité des sols en Afrique subsaharienne

La dégradation des sols et les défis liés à la fertilité du sol et à la production agricole sont particulièrement aigus en Afrique subsaharienne, où l'augmentation des rendements est un besoin vital. 80 % des individus victimes de la faim en Afrique sont de petits exploitants agricoles.¹⁹ Leur faim et leur pauvreté sont liées aux faibles rendements agricoles, eux-mêmes liés à la dégradation et à la perte de fertilité des sols ainsi qu'aux sécheresses périodiques.²⁰ Parmi d'autres facteurs contributifs, citons le mauvais état des infrastructures rurales dans de nombreuses régions, les coûts élevés des engrais et autres intrants, les coûts élevés du transport et l'accès limité aux services de vulgarisation et aux marchés.²¹ En outre, comme indiqué plus

Encadré 2 | Difficultés de la production alimentaire en Afrique subsaharienne

- Plus de 200 millions d'individus, soit 27 % de la population d'Afrique subsaharienne, sont en situation de sous-alimentation.²³
- 40 % des enfants d'Afrique subsaharienne de moins de cinq ans souffrent de rachitisme à cause de la malnutrition.
- Bien que la plupart des régions du monde aient atteint ou sont en passe d'atteindre un niveau de fertilité égal au niveau de remplacement, l'Afrique subsaharienne fait exception avec une population qui devrait plus que doubler pour atteindre 2,1 milliards d'individus d'ici 2050.²⁴
- L'Afrique subsaharienne affiche les plus faibles rendements agricoles du monde, avec des rendements céréaliers d'1,5 tonne métrique par hectare en 2011, soit grossièrement la moitié de la moyenne mondiale.²⁵
- La dégradation des terres affecte 65 % des terres africaines et quelque 6 millions d'hectares de terre productive sont perdus chaque année.
- Plus de 95 millions d'hectares, soit 75 % des terres arables d'Afrique subsaharienne, sont des sols dégradés voire très dégradés, et sont si épuisés en nutriments que des investissements majeurs sont nécessaires pour restaurer leur productivité.²⁶
- Le changement climatique a probablement un impact négatif particulier sur l'agriculture pluviale en Afrique.

tard dans ce document de travail, les agriculteurs se sont montrés réticents à investir dans des engrais alors que les retombées économiques sont faibles et les risques importants au vu des sols très érodés et pauvres en matière organique. Le Montpellier Panel, un groupe d'experts internationaux chargés d'émettre des recommandations quant aux initiatives européennes d'aide au développement dans le domaine de l'agriculture et de la sécurité alimentaire en Afrique, a compilé des données relatives aux difficultés de la production alimentaire en Afrique révélant la nécessité d'un nouveau paradigme pour l'agriculture africaine (Encadré 2).²²

Stress hydrique

Plus de 60 % de la population d'Afrique subsaharienne dépend des économies rurales basées sur les pluies.²⁷ En Afrique de l'Est et de l'Ouest, plus de 95 % du secteur de production alimentaire est basé sur l'agriculture pluviale.²⁸ Les précipitations sont souvent très intenses

mais très brèves, avec un fort taux de ruissellement.²⁹ Les agriculteurs doivent également composer avec de longues périodes sans pluie et même des périodes de sécheresse. La saison de végétation est souvent courte, et un pourcentage relativement faible des pluies est utilisé par les cultures. Parallèlement à un faible équilibre nutritif, le stress hydrique des sols est l'un des deux plus importants obstacles à la production alimentaire dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne.³⁰

Le stress hydrique n'est pas seulement lié à la faiblesse et à l'irrégularité des précipitations, mais également à la capacité du sol à retenir et à libérer l'humidité. Un tel sol a un impact particulièrement négatif sur les rendements agricoles alors que les agriculteurs sont confrontés au changement climatique et à ses conséquences, à savoir la sécheresse et les précipitations intenses et irrégulières. En fonction de la quantité et de la répartition des précipitations, le pourcentage des pertes de rendements agricoles peut passer de faible à presque total. Ces pertes peuvent grandement aggraver l'insécurité alimentaire, en particulier dans une région où la croissance démographique est très élevée.

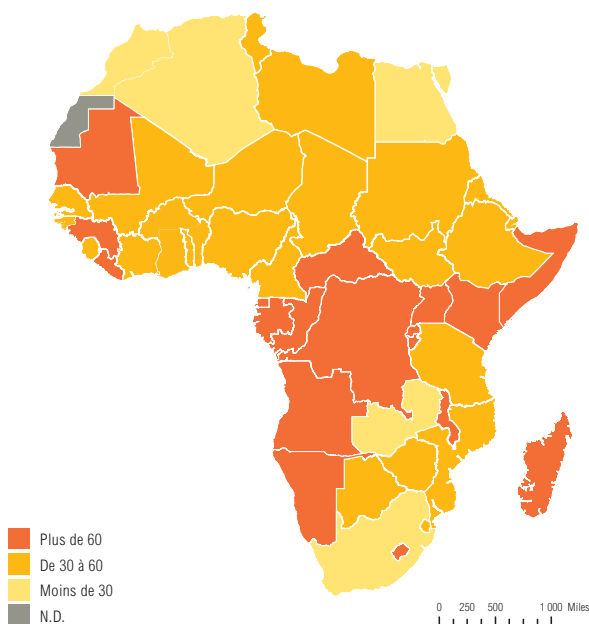
Sols dégradés et épuisement des éléments nutritifs

En Afrique subsaharienne, la production agricole également limitée par les propriétés physiques et chimiques des sols qui ont été cultivés pendant de longues périodes.³¹ Seuls 10 % des sols de la région sont géologiquement jeunes et riches en nutriments.³² L'épuisement des sols en nutriments est particulièrement grave en Afrique subsaharienne, à cause d'un taux élevé d'érosion des sols, de lessivage de l'azote et du potassium et de cultures en continu.³³ Sur la période 2002-2004, 85 % des terres agricoles africaines ont accusé une perte annuelle nette de 30 kg de nutriments tels que l'azote, le phosphore et le potassium (NPK) par hectare, et 40 % des terres agricoles africaines ont subi chaque année des taux d'épuisement des éléments nutritifs supérieurs à 60 kg NPK par hectare.³⁴ L'épuisement des nutriments s'est avéré particulièrement grave dans certaines zones du bassin du Congo, de la corne de l'Afrique et de Madagascar (Schéma 1).

Faibles niveaux de matière organique

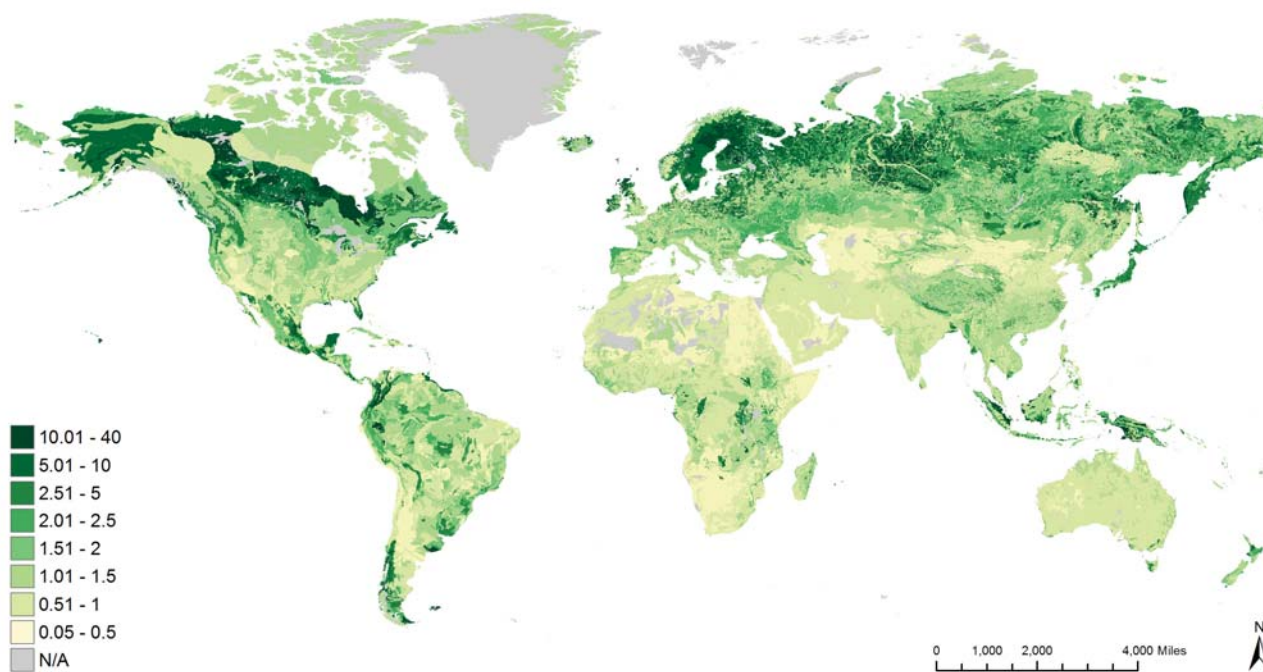
Les sols d'Afrique sont relativement pauvres en carbone organique, ce qui est lié à la quantité de matière organique dans le sol libérée par les résidus de cultures, les plants en décomposition, la litière de feuilles d'arbres et autres sources (Schéma 2). Les sols pauvres en matière organique sont particulièrement vulnérables à l'épuise-

Figure 1 | **Plusieurs régions d'Afrique font face à des taux élevés d'épuisement des nutriments sur les terres agricoles (Épuisement des nutriments annuel, kg NPK/ha/an)**



Source : Henao et Baanante, 2006.

Figure 2 | **Les sols africains sont relativement pauvres en carbone organique (Carbone organique dans la couche arable, fraction massique en pourcentage)**



Source : Hengl et Reuter, 2009.

ment des nutriments lorsque les jachères traditionnelles sont écourtées ou éliminées. Les études montrent que la matière organique du sol contient la quasi-totalité de l'azote intrinsèque et 20 à 80 % du phosphore des sols.³⁵

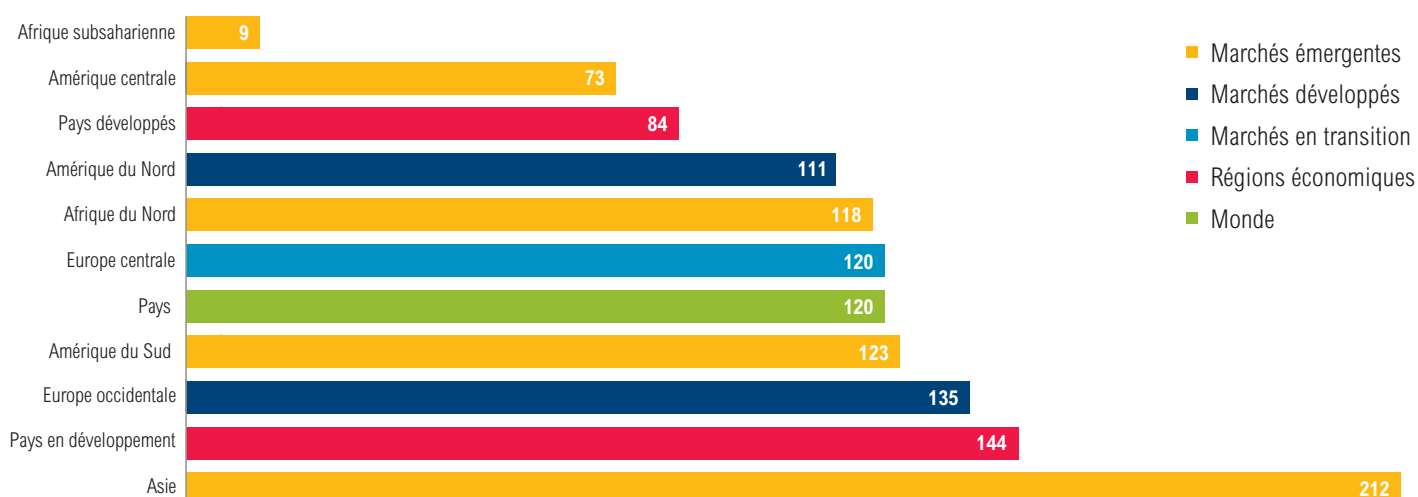
Les faibles taux de carbone et de matière organique intrinsèques dans les sols d'Afrique subsaharienne, ainsi que les taux élevés d'épuisement des nutriments, sont particulièrement préoccupants à cause de leur impact direct sur la production agricole.³⁶ La matière organique du sol joue un rôle clé pour la retenue des nutriments et de l'humidité dans les sols très malmenés par les intempéries, qui prévalent en Afrique. Les faibles niveaux de matière organique du sol réduisent donc la capacité des sols à retenir les nutriments, à mettre des éléments nutritifs à la disposition des cultures, à retenir l'eau et à soutenir la croissance des cultures au cours des périodes sèches. L'application d'engrais plus riches en matière organique produit de meilleurs résultats que l'application d'engrais pauvres en matière organique.³⁷ Certaines études ont suggéré que la différence était suffisante pour rendre l'application d'engrais à l'azote peu économique pour de vastes zones de terres agricoles dont les sols sont très pauvres

en matière organique. Par exemple, une enquête menée auprès de petits exploitants agricoles de l'ouest du Kenya a révélé que l'efficacité de l'utilisation des engrais était si faible sur les sols pauvres en matière organique que les rendements associés ne justifiaient pas les coûts additionnels liés à l'usage de ces engrais.³⁸

Faible usage des engrais

Le faible usage des engrais, ainsi qu'une faible efficacité de leur utilisation, contribue à la croissance faible de la productivité agricole d'Afrique.³⁹ En imaginant que les agriculteurs parviendront à traiter les problèmes associés à des sols très dégradés, au stress hydrique et aux faibles niveaux de matière organique du sol, la croissance importante de la production agricole nécessitera également un investissement supplémentaire pour enrichir le sol en nutriments. Les agriculteurs d'Afrique subsaharienne utilisent moins de 10 kg/ha d'engrais, contre 90 kg/ha en Amérique Latine et plus de 170 kg/ha en Asie.⁴⁰ En Afrique subsaharienne, les faibles revenus conjugués au coût élevé et à l'inaccessibilité des engrais ont abouti aux plus bas niveaux d'utilisation d'engrais dans le monde (Figure 3).⁴¹

Figure 3 | **L'Afrique subsaharienne utilise bien moins de fertilisant par hectare que toute autre région (kilogrammes par hectare)**

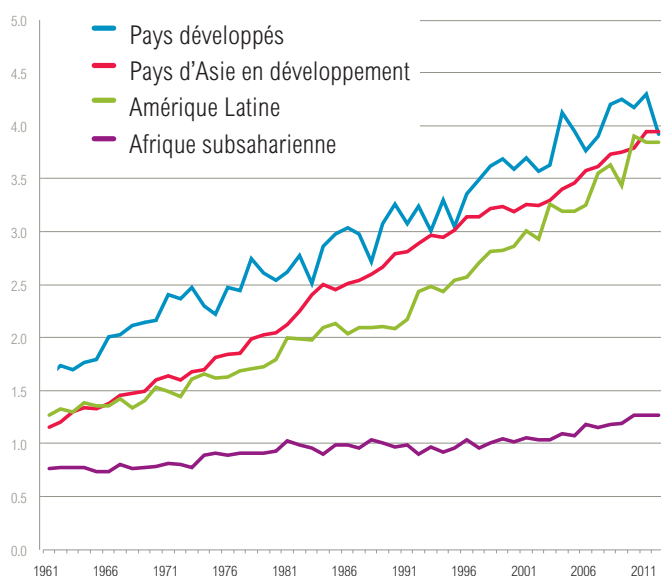


Source : IFDC, 2013.

Faibles rendements agricoles

Les impacts importants de la dégradation des terres, en plus des contraintes du sol et de la faible utilisation des engrais, ont contribué à de faibles rendements de céréales et autres cultures majeures, en particulier en Afrique subsaharienne (Figure 4). Cela ne veut pas dire que les rendements agricoles sont uniformément élevés en Asie et en Amérique Latine ; il existe également des zones très étendues de terres et exploitations agricoles dégradées, avec des écarts de rendement importants dans d'autres régions. Toutefois, les tendances à plus long terme en Afrique subsaharienne justifient que l'on s'y attarde. À cause des faibles rendements agricoles et de la croissance continue de la population, l'Afrique subsaharienne est déjà contrainte de satisfaire une grande part de ses besoins alimentaires via l'importation. En 2010, l'Afrique a importé 14 % de ses produits animaux, 25 % de ses céréales et 66 % de ses huiles végétales.⁴²

Figure 4 | **Les rendements en céréales en Afrique subsaharienne sont bien plus faibles que dans d'autres régions (tonnes métriques par hectare)**

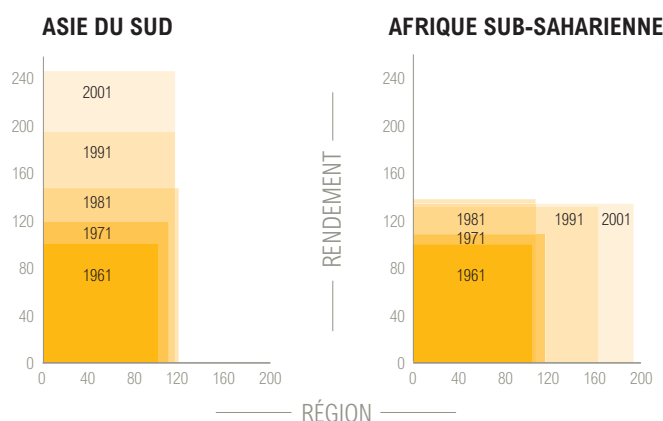


Source : Dérivé des données de la FAO ; graphique de l'IFDC.

Dans plusieurs pays d'Asie, tels que l'Inde et la Chine, l'augmentation continue des rendements agricoles a conduit à la hausse de la production alimentaire. Dans de

nombreuses régions, la quantité limitée de terres adaptées à l'expansion agricole a entraîné l'intensification de la production agricole. Dans certaines parties d'Afrique subsaharienne, l'intensification agricole a alimenté le progrès, comme on l'a vu dans l'utilisation accrue d'engrais et de variétés de maïs améliorées au Kenya.⁴³ Mais pour la plupart des régions (et contrairement à l'Asie), la production accrue d'alimentation en Afrique subsaharienne passe par toujours plus de défrichage et d'expansion des terres cultivées - il s'agit donc d'un processus d'« extensification » que d'intensification, qui contribue encore et toujours à la dégradation des terres (Figure 5).

Figure 5 | **De 1961 à 2001, la croissance de la production alimentaire en Afrique subsaharienne a été principalement obtenue par expansion des terres cultivées**



Remarque : les données de base de 1961 sont citées en valeur de 100 ; les données suivantes pour le rendement, la superficie et la production sont citées en unités de changement en pourcentage par rapport à 1961, avec production = rendement x superficie / 100).

Source : Henao et Baanante, 2006.

Dans la partie suivante, nous portons notre attention sur un certain nombre de techniques améliorées de gestion des terres et de l'eau seront analysées. Ces techniques sont susceptibles de répondre aux problèmes que constituent le stress hydrique des sols, l'épuisement des nutriments, les faibles niveaux de matière organique des sols, la faible utilisation des engrais minéraux et, au final, les faibles rendements des cultures. Des innovateurs agricoles appliquent déjà plusieurs de ces pratiques améliorées, qui pourraient toutes être utilisées à plus grande échelle.

PRATIQUES AMÉLIORÉES DE GESTION DES TERRES ET DE L'EAU

Un large éventail de pratiques de gestion des terres et de l'eau s'est développé au cours de ces dernières décennies, pour répondre aux impacts négatifs de la dégradation des terres et augmenter la productivité agricole à long terme.⁴⁴ Trois rapports récents - édités par le World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT),⁴⁵ la Banque Mondiale⁴⁶ et l'U.S. National Research Council⁴⁷ - mettent l'accent sur ces pratiques et incluent des études de cas existants. Le WOCAT, par exemple, a identifié sept principaux types de pratiques de gestion des terres et de l'eau : agriculture de conservation, épandage de fumier et de compost, bandes enherbées, agroforesterie, collecte de eaux de pluie, restauration des ravines et la culture sur terrasses.⁴⁸

Les bénéfices des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau pour les agriculteurs et les économies rurales incluent une meilleure productivité agricole (rendements accrus), des opportunités de revenus et d'emplois agricoles plus nombreuses, et une meilleure résilience au changement climatique et aux événements météorologiques extrêmes associés, tels que rareté de l'eau, précipitations intenses ou sécheresses. En effet, en appliquant ces pratiques de gestion, on peut :

- Accroître la matière organique des sols
- Améliorer la structure des sols
- Réduire l'érosion des sols
- Augmenter la filtration de l'eau
- Optimiser l'usage de l'eau
- Reconstituer le stock d'éléments nutritifs du sol
- Optimiser l'absorption des nutriments.

Les petits exploitants agricoles ont eux-mêmes développé un certain nombre de pratiques pour augmenter leurs rendements et recueillir simultanément d'autres bénéfices importants (Encadré 3).^{49, 50}

L'investissement dans une gestion améliorée des terres et de l'eau permet en outre d'utiliser plus efficacement les intrants tels que les engrais et semences améliorées.⁵¹ Par exemple, les agriculteurs du village de Dan Saga, au Niger, ont commencé à intégrer l'agroforesterie et le micro-dosage, c'est-à-dire l'application ciblée de petites quantités d'engrais. Selon eux, l'agroforesterie conduit à

Encadré 3 | **Agriculteurs innovants au Burkina Faso : le cas de Yacouba Sawadogo**

Au début des années 1980, Yacouba Sawadogo, un agriculteur innovateur de la région de Yatenga, au Burkina Faso, a amélioré une technique traditionnelle de collecte des eaux de pluies (le « zaï ») en augmentant le diamètre et la profondeur des cuvettes de plantation et en ajoutant de la matière organique dans les cuvettes à la fin de la saison sèche. Ce faisant, il a concentré l'eau et la fertilité des sols en un même point. Le fumier déposé dans les trous contenait des graines d'arbres et de buissons, qui bénéficiaient de conditions de pousse favorables. De nombreux arbrisseaux ont émergé, que Yacouba a protégé en coupant des tiges de mil pendant la moisson à une hauteur de 50 cm, de manière à ce que les tiges protègent les arbrisseaux des animaux de pâture. Yacouba a ainsi créé une forêt de presque 25 hectares, avec plus de 60 espèces ligneuses différentes. Les cuvettes de plantation ont contribué à la hausse des rendements et les arbres ont fourni de nombreux produits tels que du bois de chauffage, des produits médicinaux et du miel. La vie, les innovations et l'impact de Yacouba sont racontés dans un documentaire primé, « The Man Who Stopped The Desert » (« L'homme qui arrêta le désert ») (<http://www.1080films.co.uk/trailer-manwho-full.htm>). D'autres agriculteurs ont utilisé les cuvettes de plantation traditionnelles améliorées pour créer des systèmes d'agroforesterie. La technique a restauré la productivité de dizaines de milliers d'hectares de terres dégradées de la région de Yatenga, au Burkina Faso et de la région de Tahoua, au Niger.

elle seule à des rendements de céréales moyens d'environ 500 kg/ha, mais lorsqu'ils combinent l'agroforesterie et le micro-dosage, ils obtiennent des rendements proches de 1 000 kg/ha. De nombreux agriculteurs de ce village, hommes et femmes, sont devenus formateurs en agroforesterie et en micro-dosage.⁵²

La littérature scientifique et l'expérience des agriculteurs désignent toute une série de pratiques de gestion des terres et de l'eau prometteuses (Annexe 1). De notre point de vue, quatre des plus prometteuses sont *l'agroforesterie*, *l'agriculture de conservation*, *la collecte des eaux de pluie* et *la gestion intégrée de la fertilité des sols*. Dans les zones arides d'Afrique subsaharienne en particulier, l'agroforesterie et la collecte des eaux de pluie émergent rapidement comme la clé d'une productivité agricole accrue tout en restaurant d'autres services écosystémiques précieux dans les paysages agricoles. Chacune de ces pratiques prometteuses est décrite ci-dessous.

L'agroforesterie

L'agroforesterie est une pratique d'utilisation des terres consistant à intégrer délibérément des arbres ligneux pérennes sur les mêmes parcelles que les cultures ou le bétail. Les arbres et arbustes des systèmes d'agroforesterie peuvent être protégés et régénérés, ou plantés et gérés de manière sélective. Les systèmes d'agroforesterie peuvent inclure des espèces indigènes comme des espèces introduites non indigènes. Alors que les agriculteurs incluent des espèces ligneuses produisant du bois, du fourrage, des feuilles comestibles et autres produits, les systèmes d'agroforesterie évoluent en systèmes de production plus complexes susceptibles de fournir un éventail de bénéfices plus large et des systèmes agricoles plus résilients que ceux qui reposent sur une production annuelle de céréales seulement.

Une tendance grandissante

L'agroforesterie est pratiquée en Afrique, en Amérique Latine, en Asie et dans certaines parties d'Europe et d'Amérique du Nord. Les agriculteurs appliquent l'agroforesterie depuis des générations, mais il existe également de nombreux exemples de nouveaux systèmes d'agroforesterie.⁵³ Par exemple, au cours de la dernière décennie, une espèce particulièrement polyvalente et productive en agroforesterie, *Grevillea robusta*, est devenue bien plus courante dans les paysages ruraux du Kenya. Avec le soutien du gouvernement, des organisations non-gouvernementales et des instituts de recherche, les communautés rurales plantent *Grevillea* le long des routes, en bordure de champs et en culture intercalaire. L'arbre produit du bois, du fourrage et d'autres produits, tout en préservant la terre et l'eau.⁵⁴ Depuis 1985, plus d'un million de foyers ruraux du Niger ont protégé et géré la régénération naturelle des arbres indigènes sur 5 millions d'hectares de champs agricoles. Les agriculteurs nigériens ont ajouté environ 200 millions d'arbres supplémentaires dans les paysages agricoles, qui ont directement contribué à une production accrue d'environ 500 000 tonnes de grain par an, une quantité suffisante pour nourrir 2,5 millions d'individus supplémentaires.⁵⁵

L'U.S. Geological Survey a récemment cartographié 450 000 hectares de nouveaux parcs agroforestiers dans la plaine du Séno, au Mali.⁵⁶ En Zambie et au Malawi, les agriculteurs sont également en train d'améliorer la protection et la gestion des arbres sur les terres agricoles et d'augmenter l'adoption de cultures intercalaires d'espèces qui fixent l'azote, dont l'arbre indigène *Faidherbia*

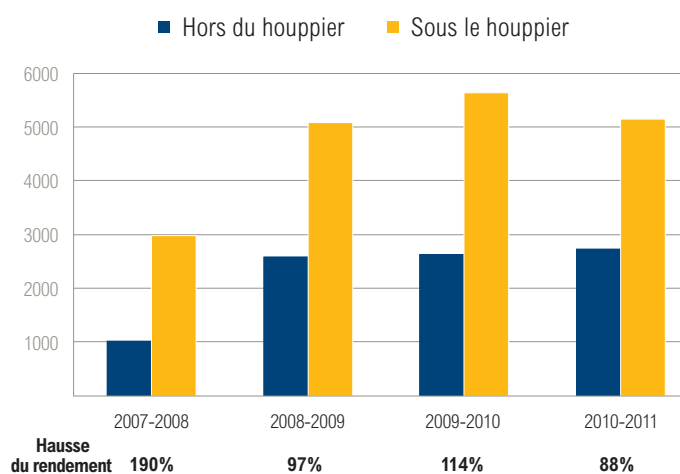
albida.⁵⁷ On estime qu'à l'heure actuelle, environ 500 000 agriculteurs du Malawi ont des arbres *Faidherbia* sur leurs exploitations.⁵⁸ Dans leur majorité, ces arbres ont poussé grâce à la régénération naturelle assistée des semis ayant émergé dans les champs des agriculteurs. L'agroforesterie joue également un rôle prépondérant dans les systèmes d'aridoculture en Inde, au Brésil et dans d'autres régions du monde.⁵⁹

Impacts sur les rendements des récoltes

Les arbres ligneux pérennes utilisés en agroforesterie interagissent avec les sols et les cultures pour créer un système agro-écologique qui renforce les multiples services écosystémiques et augmente la productivité globale des cultures. Par exemple, les racines d'un arbre *Faidherbia albida* fertilisent le sol environnant en fixant l'azote, ce qui permet une hausse des rendements des cultures situées à proximité de l'arbre. Les feuilles de *Faidherbia* chutent durant la saison de croissance des cultures, ce qui signifie que l'ombre des arbres ne gêne pas les céréales cultivées sous et parmi les arbres.

Les scientifiques reconnaissent depuis longtemps l'impact positif des espèces fixatrices d'azote sur les rendements agricoles, telles que *Faidherbia albida*. Dans les années 1970, ils ont remarqué que les rendements des cultures d'arachides du Sénégal étaient passés de 500 kg/ha à

Figure 6 | Les rendements de maïs en Zambie sont supérieurs sous les *Faidherbia* (kilogrammes par hectare)



Remarque : Rendements moyens en grains de maïs sur sites d'essais, sous et hors des houppiers d'arbres *Faidherbia albida* adultes dans les régions de Zambie.

Source : Shitumbanuma, 2012.

900 kg/ha lorsque les arachides étaient cultivées sous les houppiers des *Faidherbia* dans les exploitations.⁶⁰ Des études plus récentes fournissent une preuve supplémentaire de la hausse des rendements associés aux pratiques d'agroforesterie intégrant des espèces fixatrices d'azote. Par exemple, en Zambie, les rendements de maïs sous les houppiers des *Faidherbia* étaient 88 à 190 % supérieurs pendant quatre saisons de récolte, de 2007 à 2011 (Figure 6).⁶¹ La hausse des rendements associés à une combinaison de pratique d'agroforesterie et d'engrais inorganiques est particulièrement intéressante. Une étude au Malawi a montré un doublement des rendements, passant d'1,5 t/ha à 3 t/ha lorsque le maïs était cultivé sous les houppiers des *Faidherbia*, et avec une application d'engrais à raison de 30 kg/ha.⁶² Une autre étude effectuée au Malawi indique qu'en général, les pratiques d'agroforesterie augmentent les rendements d'1 t/ha à 2-3 t/ha, même si les agriculteurs ne peuvent pas assumer les coûts des engrais inorganiques. Toutefois, avec une application d'un quart de dose d'engrais inorganiques sur le maïs cultivé dans un système d'agroforesterie, les rendements peuvent dépasser 4 t/ha.⁶³

Une large gamme de systèmes d'agroforesterie peut bénéficier aux agriculteurs dans diverses conditions et circonstances agro-écologiques. Par exemple, le système d'agroforesterie le plus connu dans le sud du Malawi, où la superficie moyenne des propriétés est très petite (moins de 1 hectare), consiste à intercaler le maïs avec des espèces d'arbres et d'arbustes fixatrices d'azote, ainsi qu'avec les pois d'Angole également fixateurs d'azote.⁶⁴ Dans ce système, les agriculteurs plantent des arbres en ligne entre leurs cultures. Les agriculteurs taillent les arbres deux ou trois fois par an et enfouissent les feuilles riches en azote dans le sol. Une étude à long terme a montré que la culture du maïs sur une base continue avec des *Gliricidia* sur des petites parcelles au Malawi a produit plus de 5 t/ha les bonnes années et 3,7 t/ha les années moyennes, en l'absence d'engrais. En comparaison, les parcelles de contrôle sans *Gliricidia* ni engrais n'ont produit que de 0,5 à 1,0 t/ha.⁶⁵

Des jachères qui incorporent des arbustes fixateurs l'azote sont adaptées aux zones où les exploitations sont supérieures à 1 hectare. Dans ce cas, pendant la période de jachère, les agriculteurs cultivent des arbustes qui ont une courte durée de vie tels que *Sesbania sesban* et *Tephrosia candida* plutôt que des arbres à culture intercalée à longue durée de vie. Au moment des plantations, les agriculteurs enfouissent les feuilles des arbustes dans le sol. Essais au Malawi sur 152 exploitations montrent que cette rotation entre jachères et cultures augmentait le rendement du maïs de 54 à 76 %⁶⁶. Avec un apport en

engrais inorganique, l'augmentation du rendement sur la parcelle de contrôle a été de 73 à 76 % pour toutes les espèces d'arbres.⁶⁷ Plusieurs autres arbres et arbustes que l'on peut trouver sur les terres arables dans toute la région du Sahel de l'Afrique de l'Ouest ont montré qu'ils pouvaient accroître le rendement des cultures. Par exemple, *Piliostigma reticulatum* et *Guiera senegalensis* ont démontré leur capacité à accroître le rendement du mil et des arachides de plus de 50 %.⁶⁸ La présence de ces arbustes dans les champs a augmenté l'efficacité de l'utilisation des nutriments dans des systèmes de monoculture, et a permis de créer des « îlots de fertilité » qui ont des niveaux de concentration de matière organique, d'azote et de phosphore dans le sol plus importants sous leur houppier que dans les espaces découverts.⁶⁹ La culture intercalaire pratiquée par les agriculteurs du Sahel avec l'arbuste *Guiera senegalensis* a révélé une incidence spectaculaire sur le rendement, même en l'absence d'apport d'engrais.⁷⁰ Les chercheurs découvrent également que ces arbustes augmentent la disponibilité des nutriments.⁷¹ La nuit, lorsque la photosynthèse s'interrompt, l'eau du sous-sol remonte via les racines de ces arbustes par un processus appelé « redistribution hydraulique » (Encadré 4).⁷²

Encadré 4 | Nouvelles découvertes relatives la contribution des arbustes à la productivité des terres agricoles

Ces dix dernières années, les chercheurs en agroforesterie ont porté leur attention sur le rôle des espèces d'arbustes qui sont les composants principaux de la couche végétale dans les champs agricoles du Sahel de l'Afrique de l'Ouest et d'autres parties de l'Afrique subsaharienne. Jusqu'à récemment, les chercheurs, les agents de vulgarisation agricoles gouvernementaux et les décideurs politiques ont largement ignoré le rôle des arbustes dans le cycle des nutriments et la fonction de l'écosystème.⁷³ Bien que les arbres tels que *Guiera senegalensis* et *Combretum* spp. soient abattus en grand nombre pour le bois de chauffage et que la biomasse aérienne soit souvent brûlée toutes les années au printemps lorsque les agriculteurs préparent les champs pour la culture d'été, ces arbustes ont un potentiel élevé d'apport de matière organique dans le sol qui contribue de manière significative à la population microbienne des sols et fournit la plus grande source de carbone pour les terres arables.⁷⁴ Les arbustes peuvent aider à stimuler l'activité microbienne dans les sols et jouer un rôle important dans le cycle des nutriments, même pendant la saison sèche après six mois ou plus passés sans pluie.⁷⁵ Ceci contribue à faire travailler les processus biochimiques toute l'année, par le biais de procédures qui n'étaient pas reconnues auparavant.⁷⁶

Les autres avantages de l'agroforesterie

Bien gérés, les systèmes d'agroforesterie peuvent fournir plusieurs avantages en plus d'améliorer le rendement des cultures.⁷⁷ Par exemple, selon les espèces, les arbres peuvent produire des fruits, des noix, des médicaments et des fibres, tous importants pour la consommation humaine directe. Les grosses branches peuvent être coupées en poutres qui serviront à la construction des maisons, ou être vendues sur les marchés locaux et générer des revenus additionnels. Les résidus de branches peuvent servir de bois de chauffage. Par exemple, les *Leucaena leucocephala*, qui poussent à une allure de 3 à 5 m/an et fournissent du bois à un rythme de 20 à 60 m³/ha/an, sont d'efficaces producteurs de bois de chauffage.⁷⁸ Les cosses et les feuilles peuvent servir de fourrage pour le bétail, les haies de *Leucaena* fournissant de 2 à 6 tonnes de fourrage riche en protéines par hectare et par an.⁷⁹ Les feuilles peuvent être vendues sur les marchés ; la valeur des feuilles d'un baobab mature peut varier de 28 à 70 dollars dans le district de Mirriah au Niger, un montant suffisant pour acheter au moins 70 kg de céréales sur le marché.⁸⁰

Entre autres choses, les avantages et diverses sources de revenus associés aux systèmes d'agroforesterie aident les agriculteurs des terres arides à faire face à la sécheresse et au changement climatique. Quand les récoltes sont mauvaises, les arbres continuent de produire. Au Niger, les agriculteurs qui avaient plus d'arbres sur leurs terres ont pu mieux faire face aux effets de la sécheresse de 2004-2005 que ceux qui en avaient moins, car ils ont pu vendre des produits dérivés des arbres tels que bois de chauffage, poutres et fourrage qui leur ont procuré des revenus additionnels pour acheter des grains.⁸¹

Agriculture de conservation

En réponse à la dégradation continue des terres, plusieurs techniques visant à améliorer la fertilité des sols et l'efficacité de l'utilisation de l'eau se sont répandues, notamment sur les grandes exploitations agricoles. Ces techniques, connues sous la dénomination d'« agriculture de conservation » reposent sur trois pratiques liées :

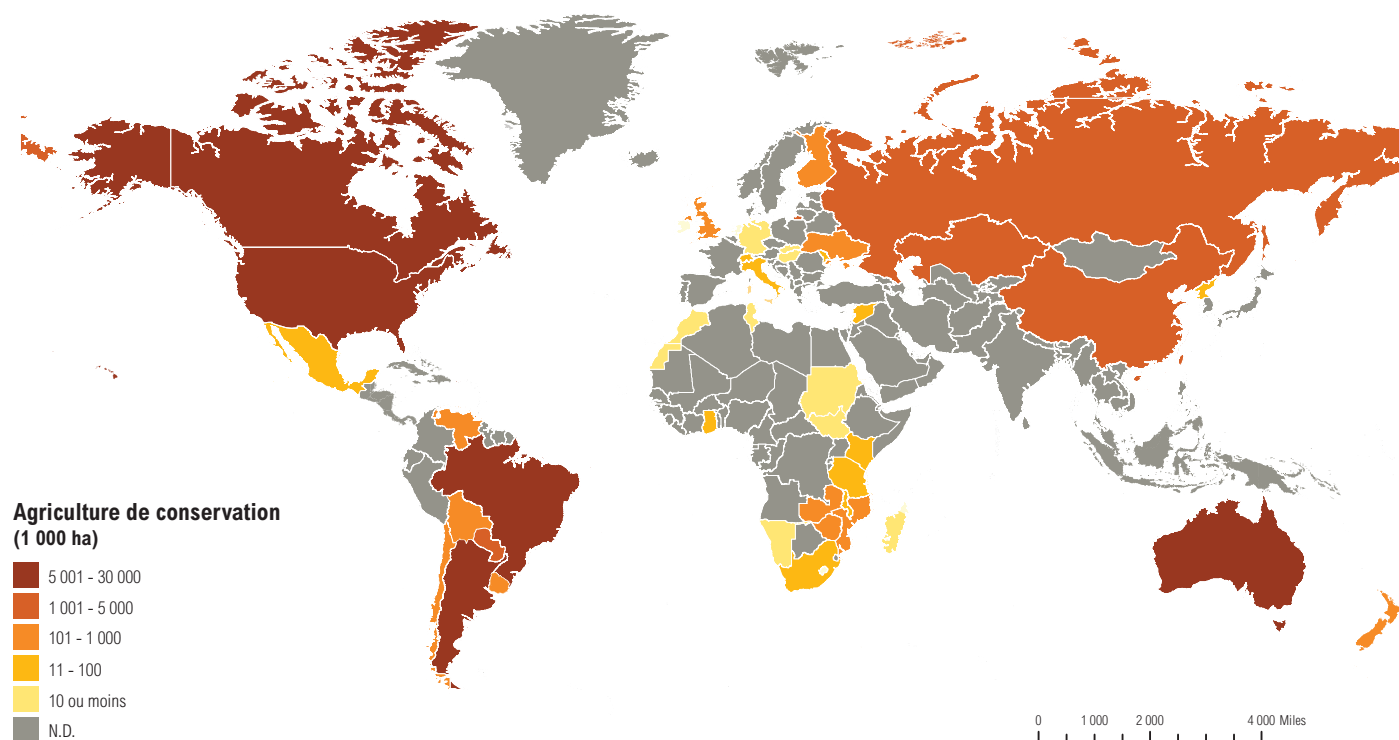
- La perturbation minimale des sols par la réduction du travail de la terre ou l'adoption de techniques de culture « sans travail »
- La rétention des résidus de cultures ou l'entretien d'une culture de couverture
- La rotation des cultures ou la diversification des espèces cultivées en séquence et/ou en association.⁸²

On associe ces techniques pour stimuler le contenu en matière organique du sol, pour retenir l'humidité et pour protéger les terres arables contre l'érosion. En plus de faciliter le contrôle des parasites et des maladies, la rotation des cultures contribue à la gestion des nutriments, surtout si des légumineuses fixatrices d'azote sont utilisées. L'agriculture de conservation fait partie d'un groupe de pratiques qui offrent le « triple bénéfice » d'une productivité agricole améliorée, d'une meilleure résilience face au changement climatique et d'une séquestration du carbone.⁸³ L'agriculture de conservation, ainsi que des mesures comme l'agroforesterie et les techniques de collecte des eaux se retrouvent toutes les deux sous la dénomination « agriculture intelligente face au climat » (Encadré 5).

Traditionnellement, les agriculteurs des régions tempérées labouraient pour aérer et réchauffer le sol, pour enfouir le fumier et les résidus de culture et pour contrôler les mauvaises herbes. Cependant, les effets à long terme du travail conventionnel du sol ont été l'une des causes principales de l'accélération de l'érosion et de la dégradation des sols, ainsi que de la pollution des cours d'eau par les sédiments et les produits chimiques qui s'écoulent des terres agricoles.⁸⁴ Les pratiques d'agriculture de conservation sont apparues en réponse à la sécheresse, aux mauvaises récoltes et au Dust Bowl (série de tempêtes de poussière) des années trente aux États-Unis. Au cours des dernières décennies, ces pratiques se sont avérées efficaces pour réduire la perte de sol par érosion ; les méthodes de culture sans labour peuvent diminuer l'érosion du sol jusqu'à 98 %.⁸⁵ D'autres avantages de l'adoption de l'agriculture de conservation incluent une augmentation de l'infiltration par les pluies, la réduction du ruissellement et de la pollution, l'amélioration de la faune du sol et une séquestration du carbone du sol, ainsi que des économies de carburant et de main-d'œuvre.⁸⁶

Les grands exploitants agricoles cultivant du blé, du maïs et du soja aux États-Unis, au Canada, au Brésil, en Argentine et en Australie ont été les premiers à adopter l'agriculture de conservation et ses techniques associées de réduction du travail du sol. En 2008, on estime que 88 % des agriculteurs d'Australie occidentale avaient déjà adopté le système sans labour sur 12 millions ha.⁸⁷ Au vu des avantages de l'agriculture de conservation, de plus en plus d'agriculteurs, mais aussi d'agents de vulgarisation et de scientifiques, y sont favorables dans de nombreux pays. Au niveau mondial, plus de 105 millions d'hectares sont aujourd'hui cultivés en utilisant l'agriculture de conservation (Figure 7).⁸⁸ Dans les pays où l'agriculture

Figure 7 | L'agriculture de conservation est très répandue à l'exception de l'Afrique



Source : Données fournies par la FAO, 2013 ; carte produite par WRI.

Encadré 5 | Qu'est-ce que l'agriculture intelligente face au climat ?

Impacts sur le rendement des cultures et autres avantages rapportés La FAO définit l'agriculture intelligente face au climat comme « une agriculture qui augmente durablement la productivité et la résilience (adaptation), réduit/supprime les gaz à effet de serre (atténuation) tout en promouvant la réalisation de la sécurité alimentaire nationale et les objectifs de développement ». ⁸⁹ Selon la Banque Mondiale, l'agriculture intelligente face au climat comprend de nombreuses techniques pratiques éprouvées – comme le paillage, la méthode des cultures intercalées, l'agriculture de conservation, la rotation des cultures, la gestion culture-élevage intégrée, l'agroforesterie, le pâturage amélioré et une meilleure gestion de l'eau – et des pratiques innovantes telles que de meilleures prévisions météorologiques, des cultures vivrières plus résistantes, et l'assurance des risques. ⁹⁰

de conservation s'est implantée, de nombreux agriculteurs ont investi dans des équipements spécialisés adaptés pour réduire le travail du sol et ont accès à des herbicides qui aident à contrôler les mauvaises herbes, ainsi qu'à des semences et des engrais améliorés.

Impacts sur le rendement des cultures et autres avantages rapportés

Au Brésil, la superficie de terre cultivée selon la méthode de l'agriculture de conservation a considérablement augmentée de 1972 à 2006, avec un accroissement particulièrement rapide au début des années 1990. Plus de 25 millions d'hectares de terres agricoles sont à présent exploités en semis direct. ⁹¹ De 1991 à 2004, la production de céréales au Brésil a plus que doublé grâce à l'adoption à grande échelle de l'agriculture de conservation et l'introduction de variétés de cultures améliorées, passant de 58 à 125 millions de tonnes. ⁹² En Argentine, la surface totale cultivée a augmenté de 53 % tandis la production de céréales a connu une hausse de 150 % entre 1987/1988 et 2007/2008. L'adoption accrue de l'agriculture de conservation a largement contribué à l'accroissement de la productivité de cultures principales comme celle du soja. ⁹³

L'adoption de l'agriculture de conservation a permis aux agriculteurs d'augmenter leurs rendements de 20 à 120 %, tout en réduisant la menace de l'érosion. ⁹⁴ L'agriculture de conservation a profité aux agriculteurs en augmentant l'efficacité de l'utilisation des engrais de 10 à 15 %

et en générant des économies d'utilisation de l'eau de 15 à 50 %.⁹⁵ De plus, l'agriculture de conservation a réduit la quantité de temps, de travail et de carburant associée au labour. Citons l'exemple de l'Inde, où les agriculteurs ayant mis en œuvre des pratiques d'agriculture de conservation ont dépensé en moyenne 55 dollars de moins par hectare en coûts de culture, et ont épargné 50 à 60 litres de carburant par hectare alors qu'ils augmentaient leurs rendements de presque 250 kg/hectare.⁹⁶

L'expérience en Afrique subsaharienne

Malgré les bénéfices qu'en ont tiré les agriculteurs dans de nombreux pays, la pratique de l'agriculture de conservation reste rare chez les petits exploitants d'Afrique subsaharienne.⁹⁷ En Zambie, la rétention des résidus de culture dans les champs est entré en conflit avec les pratiques socio-culturelles des agriculteurs et la rotation des cultures s'est avérée difficile à cause de la prédominance de la culture du maïs et du manque de marchés pour les légumineuses.⁹⁸ Les politiques gouvernementales n'ont pas non plus contribué à l'agriculture de conservation, et les subventions pour les engrais et les semences hybrides ont favorisé la monoculture du maïs.⁹⁹ Et là où en règle générale, le bétail broute librement après la récolte, les agriculteurs ont tendance à rapidement ôter les résidus de cultures de leurs champs et à les stocker pour leurs animaux.

Parmi les principales contraintes qui empêchent l'adoption de l'agriculture de conservation par les petits exploitants en Afrique subsaharienne, on retrouve :

- Une concurrence dans l'utilisation des résidus de culture (pour le carburant, le fourrage pour le bétail, les clôtures)
- Les risques à court terme de rendements inférieurs pendant la période de transition du labourage conventionnel au culture sans labour
- Les coûts élevés et l'accès limité au matériel spécialisé
- Le contrôle des mauvaises herbes et l'accès aux herbicides, en particulier au tout début de la transition
- Des messages de vulgarisation contradictoires ou inefficaces
- Un bétail en liberté qui broute habituellement les résidus de culture et complique le maintien des résidus dans les champs par les agriculteurs.

Malgré ces contraintes, les expériences menées au Malawi, en Zambie, au Zimbabwe et au Sénégal ont démontré des

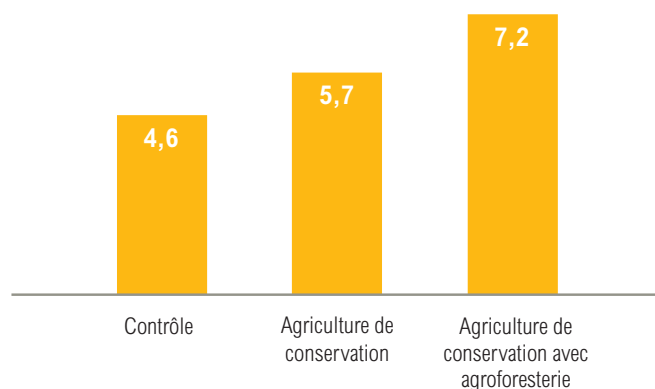
approches efficaces qui permettent aux petits exploitants d'Afrique de profiter des pratiques de l'agriculture de conservation.¹⁰⁰ Des résultats particulièrement prometteurs sont obtenus grâce à la combinaison de l'agriculture de conservation avec l'agroforesterie, la collecte des eaux de pluie et l'apport de petites quantités d'engrais. La combinaison de ces pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau a permis de faire face à quelques-unes des principales causes de dégradation des terres, telles que la destruction par le feu et le retrait des résidus de culture, le manque de protection des sols, les restrictions de main d'œuvre, la plantation tardive due à une préparation de la terre inopportune, et l'utilisation inefficace des engrais.¹⁰¹ Une autre caractéristique des approches réussies pour favoriser l'adoption de l'agriculture de conservation est la fourniture d'une assistance aux agriculteurs pour trouver des alternatives afin qu'ils n'aient pas recours aux résidus de culture pour nourrir le bétail ou comme énergie domestique. Le soutien de la vulgarisation en faveur de la rotation des cultures, de la gestion des mauvaises herbes et l'assistance avec l'utilisation judicieuse des herbicides sont aussi particulièrement utiles pour les agriculteurs, notamment au moment de la transition entre pratiques conventionnelles et agriculture de conservation.

Au Malawi, l'agriculture de conservation a contribué à l'augmentation des rendements agricoles. Dans les champs qui font l'objet d'un suivi de la part de Total Land Care (une organisation non gouvernementale qui se concentre sur les moyens d'existence des petits exploitants), le rendement du maïs est passé de 4,6 tonnes/ha à 5,7 tonnes/ha grâce à l'adoption de l'agriculture de conservation.¹⁰² Et la combinaison de l'agriculture de conservation avec l'agroforesterie a encore amélioré les rendements pour atteindre 7,2 tonnes/ha (Figure 8).

Cette dernière hausse des rendements du maïs s'explique par :

- Une plantation plus précoce, dès les premières pluies, rendue possible par une infiltration accentuée de l'eau de pluie
- Un contrôle des mauvaises herbes grâce à l'utilisation d'herbicides fournis avec une assistance de projet
- L'amélioration de la fertilité des sols grâce à la fixation de l'azote par *Faidherbia albida* et apport de matière organique du sol par la litière végétale
- Une meilleure collecte des eaux de pluie, une réduction des températures et de l'évapotranspiration sous les houppiers des *Faidherbia albida*.¹⁰³

Figure 8 | **L'agriculture de conservation a augmenté le rendement du maïs au Malawi en 2011 et sa combinaison avec l'agroforesterie (culture intercalée avec les *Faidherbia*) a permis une augmentation additionnelle (Tonnes métriques par hectare)**



Source : Bunderson, 2012.

Des chercheurs en Afrique australe ont étudié les multiples impacts de l'agriculture de conservation par rapport au labour traditionnel. De plus en plus d'éléments attestent d'une meilleure infiltration de l'eau, d'une diminution du ruissellement et de l'érosion, d'une atténuation de l'évaporation depuis la surface du sol ainsi que d'une augmentation de l'activité biologique du sol et de la matière organique.¹⁰⁴ Au Zimbabwe, par exemple, les systèmes d'agriculture de conservation démontrent une infiltration d'eau plus élevée de 65 % avec le semis direct par rapport aux terres agricoles labourées. La quantité de carbone dans les sols a augmenté de 104 % avec les traitements de semis direct de l'agriculture de conservation, en quatre saisons de récolte, de 2004 à 2008, alors qu'il est resté à des niveaux bas sur les parcelles de contrôle labourées de façon conventionnelle.¹⁰⁵ Ces impacts ont à leur tour contribué à améliorer l'efficacité de l'utilisation des eaux de pluie et de la rétention de l'humidité pendant les sécheresses saisonnières, et à augmenter les rendements des récoltes et réduire les risques de mauvaises récoltes.¹⁰⁶

Collecte des eaux de pluie

Sans une attention portée à la conservation des sols et de l'eau, la perte d'eau de pluie due à son ruissellement depuis des terres déboisées peut être très importante. Au Mali, par exemple, 70 à 80 % des précipitations en début de saison des pluies sont perdues à cause du ruissellement, qui fait perdre environ 40 % des nutriments apportés par les engrais organiques et minéraux.¹⁰⁷ Plusieurs pratiques de gestion de l'eau simples et économiques ont été développées au cours des trois dernières décennies. Elles capturent et retiennent l'eau de pluie avant qu'elle ne ruisselle des champs agricoles.¹⁰⁸ Ces pratiques de collecte des eaux de pluie comprennent :

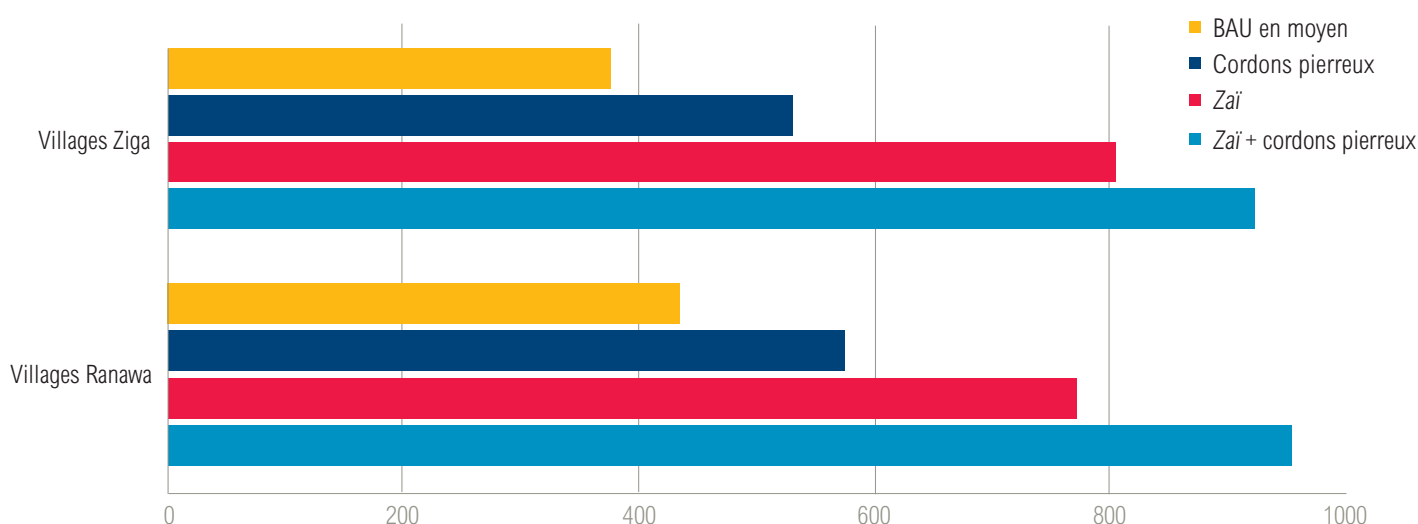
- Creusement de cuvettes de plantation ou *zai*
- Demi-lunes, qui sont des barrières en forme de croissant creusées dans la terre
- Cordons pierreux placés sur les contours
- Préparation du sol en billon pour constituer des barrières ou tranchées en terre sur les contours.

En ralentissant le ruissellement, les pratiques de collecte aident les agriculteurs à s'ajuster aux fluctuations des pluies. La collecte des eaux de pluie est utilisée dans les régions sèches telles que la région de Tahoua au Niger et le Plateau Central du Burkina Faso, où les diverses techniques ont été utilisées sur 500 000 hectares depuis la fin des années quatre-vingt.¹⁰⁹

Impact sur le rendement des cultures et autres avantages

L'amélioration des rendements due à la collecte des eaux peut varier de 500 à 1 000 kg/ha, en fonction d'autres facteurs tels que la gestion de la fertilité des sols.¹¹⁰ Les agriculteurs du Burkina Faso qui utilisent des techniques telles que les cordons pierreux et les *zai* pour recueillir l'eau de pluie et réduire le ruissellement ont vu leurs rendements passer de 400 kg à plus de 900 kg par hectare.¹¹¹ La combinaison de plusieurs techniques sur une même exploitation agricole peut accroître les rendements davantage qu'une seule technique utilisée de façon isolée (Figure 9).¹¹² Ces résultats obtenus au Burkina Faso ont été documentés dans plusieurs études.¹¹³

Figure 9 | **Une combinaison de pratiques de collecte des eaux de pluie augmente davantage les rendements qu'une seule pratique isolée (Burkina Faso)**
(kilogrammes par hectare)



Remarque : Ces deux groupes de villages sont situés dans la partie nord du plateau central du Burkina Faso. «BAU» = business as usual (méthodes inchangées)

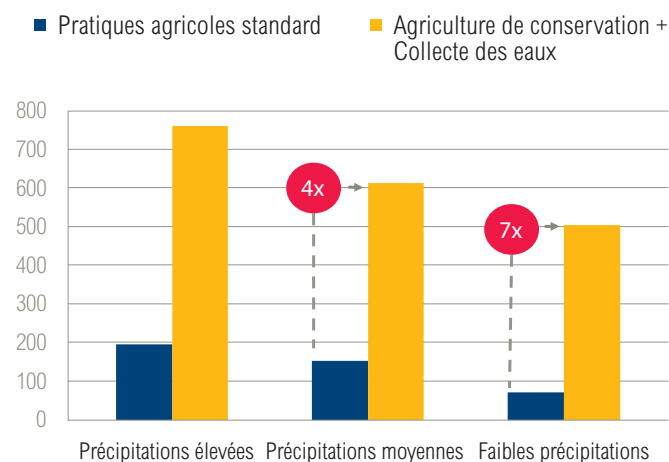
Source : Sawadogo, 2008.

Un grand nombre d'études indiquent que la collecte des eaux de pluie peut aider à protéger les agriculteurs contre les effets de précipitations irrégulières et réduites et ainsi augmenter le rendement des récoltes.¹¹⁴ Au Mali, par exemple, la pratique du travail du sol sur billon a réduit le ruissellement des eaux de pluie et aidé à capturer les rares précipitations d'une année sèche. La pratique a permis de faire passer le taux d'humidité des sols de 17 à 39 %. Le travail du sol sur billon permet un ensemencement plus précoce et prolonge la croissance végétative jusqu'à 20 jours par an, augmentant ainsi les rendements du mil de 40 à 50 %. Le travail du sol sur billon a aussi permis un enrichissement du sol en carbone de l'ordre de 12 à 26 %, et un accroissement de 30 % de l'efficacité de l'utilisation des engrais.¹¹⁵

Des observations sur le terrain et des témoignages d'agriculteurs indiquent que la collecte des eaux a également contribué à augmenter les niveaux d'eau dans les puits alentours et une expansion à petite échelle des jardins potagers irrigués.¹¹⁶ Une étude menée au Zimbabwe a révélé que la collecte des eaux, en association avec l'agriculture de conservation, avait multiplié par 4 à 7 les marges brutes par hectare des agriculteurs et par 2 à 3 les rendements de travail par rapport aux pratiques courantes.¹¹⁷ Les bénéfices les plus importants de ces

pratiques ont été observés dans les régions où les précipitations sont les plus faibles (Figure 10)¹¹⁸

Figure 10 | **Combinée à l'agriculture de conservation, la collecte des eaux augmente les marges brutes des agriculteurs du Zimbabwe (Marges brutes, Dollar US par hectare)**



Remarque : Données provenant de neuf districts au Zimbabwe, dans toutes les zones de précipitations.

Source : Mazvimavi et al., 2008.

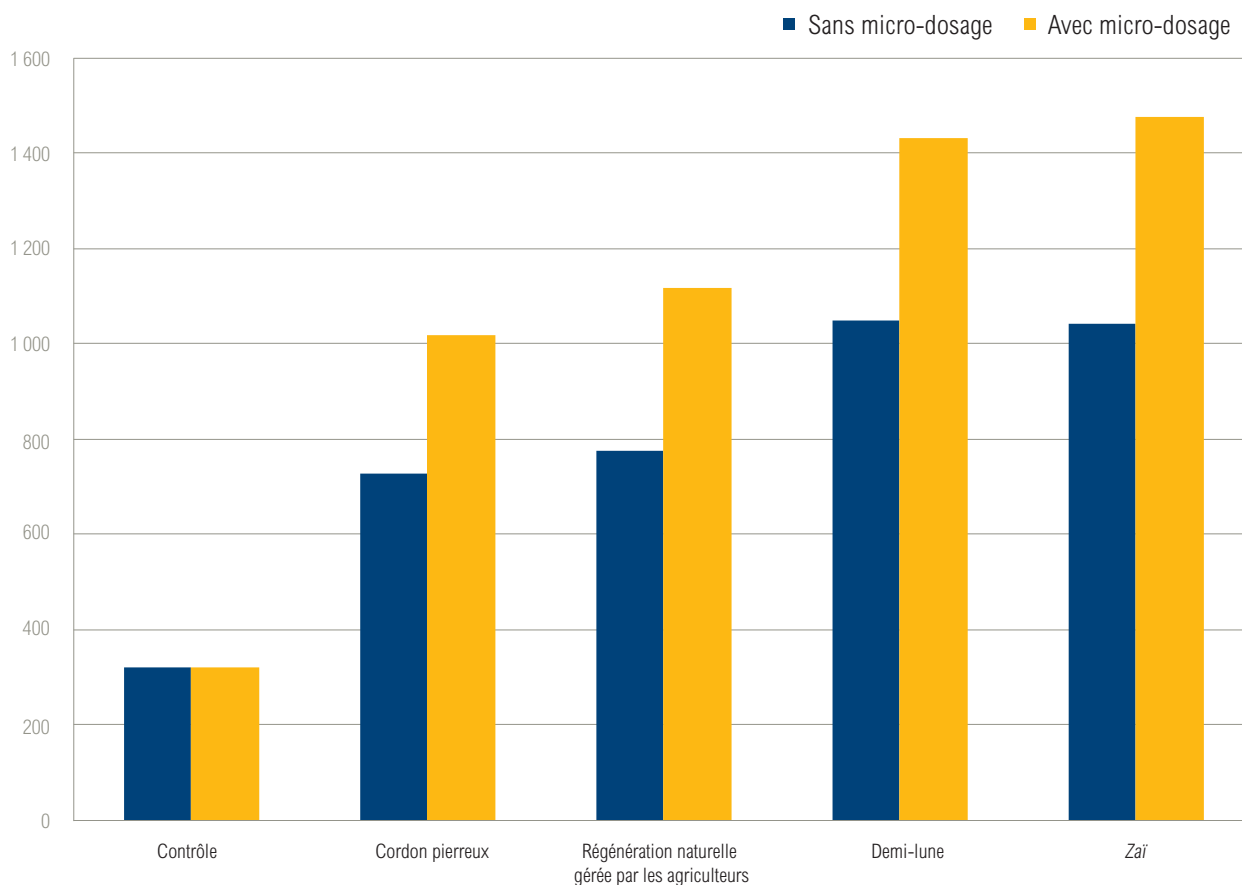
Compléter l'agroforesterie et la récolte des eaux de pluie avec le micro-dosage.

Les pratiques de gestion des terres et de l'eau peuvent être appliquées de manière isolée, ensemble ou conjointement avec des solutions technologiques conventionnelles telles que l'utilisation d'engrais ou de variétés de semences améliorées. Un exemple de pratique complémentaire est le « micro-dosage ». Il s'agit de l'application ciblée de petites quantités d'engrais - le plus souvent à peine un bouchon - directement sur les semences ou les jeunes pousses au moment de la plantation ou des précipitations.¹¹⁹ Des études menées au Soudan montrent une hausse de 50 % des rendements lorsque les agriculteurs mélangent les semences et les engrais en quantités égales. Ceci correspond à 3 kg/ha d'engrais, soit une application relativement faible. Grâce au micro-dosage, l'usage des engrais, qui dans certaines régions sont chers ou en quantité limitée, peut être optimisé avec un moindre taux de perte.¹²⁰ Cette technique pourrait bénéficier à beaucoup

d'agriculteurs à bas revenus en Afrique subsaharienne. Près de 473 000 petits exploitants agricoles du Mali, du Burkina Faso et du Niger ont appris la technique et ont vu leurs rendements de sorgho et de millet augmenter de 44 à 120 % et leurs revenus familiaux de 50 à 130 %.¹²¹

Les résultats sur le terrain concernant le sorgho au Burkina Faso indiquent que la combinaison du micro-dosage avec les techniques de collecte des eaux de pluie ou l'agroforesterie peut augmenter le rendement des cultures de manière significative.¹²² Le rendement moyen en 2009-2011 sur les parcelles de contrôle n'était que de 323 kg/hectare. Le rendement moyen pour une gamme de techniques de gestion des terres et de l'eau, parmi lesquelles les cordons pierreux et l'agroforesterie, était de 100 à 200 % plus élevé que celui des parcelles de contrôle. Et lorsque le micro-dosage était ajouté aux différentes techniques de gestion des terres et de l'eau, les rendements grimpaient encore de 40 à 44 % (Figure 11).

Figure 11 | **Le micro-dosage améliore davantage les rendements du sorgho que les autres techniques de gestion des terres et de l'eau (Burkina Faso, 2009-2011) (Kilogrammes par hectare)**



Source : Sawadogo, 2012.

Exprimés en moyennes et en pourcentages comme dans la Figure 11, les chiffres de rendement peuvent dissimuler d'importantes informations. L'année 2010 a été une bonne année en termes de précipitations et la combinaison de *zaï* et de micro-dosage a fourni un rendement pour le sorgho de presque 1 900 kg/ha. Ce genre de rendement est comparé à des champs non traités rapportant un rendement de 200 à 400 kg/ha, et permet aux petits exploitants non seulement d'assurer leur sécurité alimentaire, mais aussi de créer un stock ou de vendre le surplus sur le marché. Il est important de réaliser que ces rendements ont été obtenus sur des terres qui produisaient 0 kg/ha avant que les fermiers ne les récupèrent et restaurent leur productivité avec de simples techniques de collecte des eaux, à savoir *des zaï* et des demi-lunes.

Pendant les années de sécheresse, les agriculteurs sont particulièrement soucieux de leurs rendements. Par exemple, 2011 a été une année de sécheresse et le rendement sur la parcelle de contrôle n'a été que de 118 kg/hectare. Les agriculteurs qui n'avaient pas utilisé les techniques de collecte des eaux en 2011 sont ceux qui s'en étaient le moins bien sortis. Ceux qui avaient investi dans *les zaï* ou les demi-lunes avaient bien mieux réussi dans ces années de précipitations inférieures aux normales saisonnières. Les agriculteurs qui avaient investi dans la récolte des eaux avaient réalisé des rendements de l'ordre de 700 kg/ha et ceux qui y avaient ajouté le micro-dosage avaient même atteint des rendements allant de 1 000 à 1 100 kg/ha, ce qui montre bien que ces pratiques contribuent à la résilience et à la sécurité alimentaire.

Le micro-dosage et autres mesures destinées à améliorer la gestion de la fertilité des sols sont des compléments importants à la série de pratiques de gestion des terres et de l'eau. L'agroforesterie aide à maintenir ou améliorer la matière organique des sols, en augmentant la quantité d'azote présente dans la terre. Si elles aident à améliorer le taux d'humidité des sols, les techniques de collecte des eaux de pluie permettent également de recharger les réserves souterraines locales. Le micro-dosage des engrais ajoute du phosphore et du potassium là où les sols en manquent. Lorsqu'elles sont effectuées dans l'ordre, l'agroforesterie et la collecte des eaux peuvent préparer les terres agricoles au micro-dosage et améliorer l'efficacité de l'utilisation des engrais.¹²³ Pour les agriculteurs, le défi consiste à intégrer plus régulièrement ces diverses pratiques de gestion des terres et de l'eau, qui ont souvent été mises en œuvre de manière isolée. Le micro-dosage peut servir de technologie de transition pour introduire l'utilisation des engrais chez les agriculteurs, et pour bâtir leur

confiance dans l'utilisation de ceux-ci. Il devrait cependant être suivi de mesures supplémentaires pour permettre aux agriculteurs de passer à des taux d'utilisation d'engrais supérieurs afin d'éviter l'épuisement des nutriments du sol, et ce au fur et à mesure que la production augmente et que les agriculteurs grimpent l'échelle de l'intensification agricole.¹²⁴

Gestion intégrée de la fertilité des sols

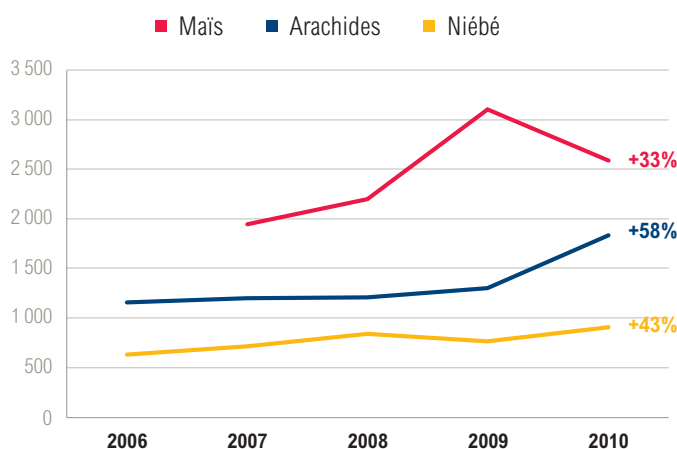
La gestion intégrée de la fertilité des sols (ISFM en anglais) constitue une autre pratique de gestion des terres et de l'eau susceptible d'accroître les rendements. Au sens le plus large, l'ISFM désigne l'optimisation de l'usage des stocks de nutriments dans le sol, des ressources disponibles localement et des engrais pour améliorer la productivité de la terre tout en maintenant ou en augmentant la fertilité des sols.¹²⁵ Les pratiques d'ISFM de base sont axées sur l'utilisation combinée de quantités d'engrais judicieuses mais suffisantes et d'amendements de sol disponibles. Les amendements de sol proviennent principalement de sources locales de matière organique (effluents d'élevage ou engrais verts, résidus de cultures, compost ou paillis, litière végétale), mais peuvent aussi se composer de chaux et de roche phosphatée. Avec l'ISFM, l'engrais additionnel cible principalement les besoins en nutriments de la culture, alors que les intrants organiques aident à maintenir la matière organique et la fertilité globale des sols.

Des rendements améliorés nécessitent un sol capable de fournir les nutriments nécessaires aux cultures, tout en maintenant ou en améliorant de façon simultanée sa qualité globale. Les pratiques d'ISFM qui incorporent l'utilisation d'engrais et d'amendements de sol satisfont ces deux exigences. Les engrais fournissent les nutriments nécessaires pour nourrir les cultures, entraînant ainsi une augmentation des rendements et la production de biomasse. Les amendements de sol maintiennent ou améliorent la qualité des sols comme leurs contenus en matière organique, leur pH et l'infiltration de l'eau. La capacité d'apport en nutriments des amendements étant limitée, des engrais supplémentaires sont nécessaires pour reconstituer adéquatement les nutriments des sols qui disparaissent chaque année de par la production agricole. Cependant, l'utilisation seule d'engrais peut avoir une influence négative sur la qualité des sols par l'acidification et la minéralisation accrue de la matière organique. Les amendements de sol peuvent aider à contrecarrer ces impacts négatifs en maintenant ou en améliorant les propriétés des sols.

Les avantages de l'ISFM

Des essais de gestion de la fertilité des sols à long terme en Afrique de l'Ouest ont démontré que les meilleurs rendements avaient été obtenus là où des taux suffisants d'engrais avaient été utilisés en combinaison avec des intrants organiques.¹²⁶ Sur une station de recherche à Saria, au Burkina Faso, des intrants organiques de différentes qualités ont été appliqués chaque année à hauteur de 10 tonnes par ha sur une période de 20 ans, avec parfois 60 kg d'urée N par ha.¹²⁷ Parmi les autres traitements, on retrouve la jachère et un traitement n'utilisant que des engrais. Alors que la matière organique des sols a décliné dans toutes les parcelles cultivées comparé à la jachère, la plus grande diminution s'est produite sur les parcelles qui recevaient uniquement de l'engrais.¹²⁸

Figure 12 | **L'ISFM a contribué à l'augmentation des rendements de trois cultures principales pour les agriculteurs de l'Afrique de l'Ouest, 2006-10 (Kilogrammes par hectare)**

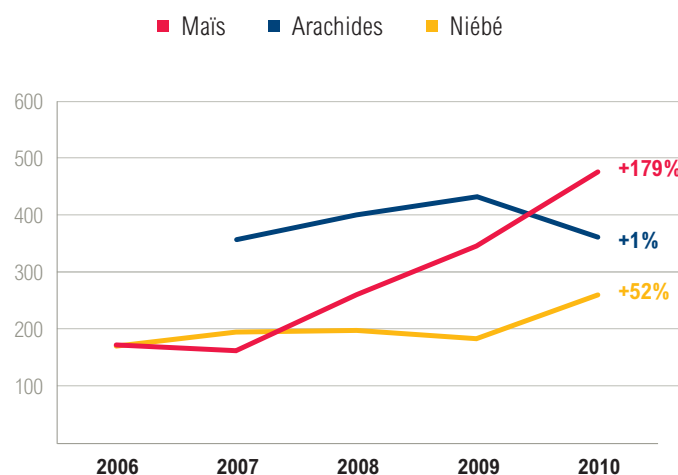


Remarque : Aucune donnée n'était disponible pour le maïs en 2006.

Source : IFDC, 2011.

En Afrique centrale et en Afrique de l'Ouest, les agriculteurs qui adoptent les pratiques d'ISFM voient leurs rendements agricoles et le revenu de leur ménage augmenter. Ces agriculteurs ont notamment plus que doublé leur productivité agricole et augmenté les revenus de leur exploitation de 20 à 50 %.¹²⁹ En Afrique de l'Ouest, l'adoption des pratiques ISFM par les agriculteurs sur 236 200 ha entre 2006 et 2010 a eu pour résultat des augmentations significatives dans les rendements de quatre cultures (en utilisant les valeurs de 2006 comme ligne de base), dont

Figure 13 | **Les revenus des agriculteurs d'Afrique de l'Ouest ayant adopté l'ISFM ont augmenté de façon significative entre 2006 et 2010 (Dollar US par hectare)**



Remarque : Aucune donnée n'était disponible sur les arachides en 2006. Données converties depuis les francs CFA, avec un taux de conversion de 1 franc CFA = 0.0021 Dollars US.

Source : IFDC, 2011.

58 % d'augmentation des rendements pour les arachides (Figure 12).

Les agriculteurs qui utilisent l'ISFM ont aussi pu voir leurs revenus annuels moyens par hectare augmenter pour ces quatre cultures (Figure 13). Bien que les arachides aient représenté l'augmentation de rendement la plus importante, ce sont elles qui ont généré l'augmentation la plus faible (même si significative) du revenu annuel moyen par hectare des quatre cultures sur la durée de vie du projet. Les revenus du maïs ont augmenté de 179 %, tandis que ceux du manioc et du niébé ont augmenté d'un peu plus de 50 %.

Experiences with adoption of ISFM in Central Africa

En s'appuyant sur les expériences et les leçons apprises en Afrique de l'Ouest, les agriculteurs de la région des grands lacs d'Afrique centrale ont commencé à utiliser l'ISFM à une plus grande échelle en 2007.¹³⁰ L'IFDC a utilisé des démonstrations et le développement technologique intégrant les contributions et les connaissances des agriculteurs pour entamer une mise à échelle de l'ISFM. Les démonstrations ont mis en lumière l'importance des amendements des sol en matière organique et en engrais, en plus des semences améliorées et des meilleures pratiques de gestion des terres, dont l'agroforesterie inten-

Tableau 2 | Des agriculteurs d'Afrique centrale ont vu leurs rendements et leurs revenus grandement augmenter suite à l'adoption des pratiques d'ISFM (Bénéfices annuels)

PAYS	CULTURE	PRATIQUE AGRICOLE CONVENTIONNELLE	PRATIQUE ISFM RECOMMANDÉE	RENDEMENTS SUPPLÉMENTAIRES ATTRIBUABLES À L'ISFM		AUGMENTATION DES REVENUS NETS ATTRIBUABLES À L'ISFM
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	Augmentation %	Dollar US/ha
Rwanda	Pomme de terre	8 000	19 500	11 500	144	1 600
	Maïs	2 200	4 100	1 900	86	700
	Blé	1 400	3 500	2 100	150	700
Burundi	Pomme de terre	3 200	15 900	12 700	397	2 200
	Riz	1 500	3 600	2 100	140	400
	Fèves	400	1 600	1 200	300	300
	Blé	300	2 200	1 900	633	500
RDC	Pomme de terre	6 600	19 100	12 500	189	2 200
	Riz	2 300	7 000	4 700	204	2 600
	Fèves	200	800	600	300	100
	Maïs	1 000	3 600	2 600	260	600

Source : IFDC, 2012.

sive combinée à l'utilisation appropriée des engrais. En l'espace de deux ans, les pratiques d'ISFM ont commencé à produire des résultats positifs visibles, en partie grâce aux intrants organiques qui ont amélioré l'efficacité de l'utilisation des engrais. En moyenne, les rendements ont plus que doublé et ont généré des augmentations significatives des revenus nets (Tableau 2) ¹³¹

Les tendances récentes concernant l'adoption des pratiques d'ISFM par les agriculteurs des régions montagneuses du Rwanda, du Burundi et de la République Démocratique du Congo montrent les résultats qui peuvent être obtenus si un soutien approprié est fourni une fois qu'une pratique améliorée a montré des impacts positifs. Initialement inférieur à 4 000, le nombre de groupements d'agriculteurs participants a atteint plus de 217 000 en trois ans, dont 79 % d'agriculteurs ayant adopté les pratiques d'ISFM de base.¹³² Ces dernières années, l'ISFM s'est avérée être un élément clé dans l'augmentation de la productivité agricole, la

protection de l'environnement et le maintien voire l'amélioration de la base de ressources des sols. Lorsqu'elle est combinée à un accès au crédit et aux marchés et à la sécurité de la propriété foncière, elle constitue un moyen d'augmenter les rendements agricoles et aide à passer de l'état de petits exploitants de subsistance à une production orientée vers les marchés. Associée à d'autres pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau, l'ISFM peut aider à répondre à une forte augmentation de la demande en denrées alimentaires tout en atténuant l'impact sur l'environnement.

Les approches de gestion intégrée des paysages

Les quatre pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau décrites ci-dessus peuvent aider les petits propriétaires à augmenter leurs rendements agricoles, à maintenir le niveau des ressources et à apporter d'autres bénéfices aux fermes individuelles. Toutefois, dans de

Encadré 6 | Les approches de gestion intégrée des paysages

La société apprécie et profite d'une gamme de produits et services fournis par des écosystèmes sains qui soutiennent les systèmes de production agricoles dans tous les paysages ruraux.¹³³ Ceux-ci comprennent la production de céréales, de fourrage, de bois et d'autres produits agricoles, mais également les services écosystémiques qui profitent directement à l'agriculture (p.ex. la pollinisation, le contrôle des insectes nuisibles, l'irrigation), mais aussi d'autres services tels que la protection de l'eau de source et la recharge des couches aquifères pour diverses utilisations, le cycle des nutriments, la régénération des pâturages et du couvert arboré, la conservation de l'habitat de la faune et de la biodiversité ainsi que les efforts d'atténuation et d'adaptation au changement climatique (Figure B6-1).

FIG B6-1 | LES APPROCHES DE GESTION INTÉGRÉE DES PAYSAGES TIENNENT COMPTE DE L'IMPORTANCE DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DANS LA GESTION DES PAYSAGES AGRICOLES

SERVICES D'APPROVISIONNEMENT	SERVICES DE RÉGULATION	SERVICES DE SOUTIEN	SERVICES CULTURELS
■ Cultures et bétail ■ Carburant biomasse ■ Aliments sauvages ■ Ressources génériques ■ Médecines naturelles ■ Eau douce ■ Bois et autres matières premières biologiques	■ Contrôle de l'érosion ■ Régulation du climat ■ Atténuation des risques naturels (sécheresses, feux de forêt) ■ Qualité et débit de l'eau	■ Formation des sols ■ Cycle des nutriments ■ Cycle de l'eau ■ Habitat de la biodiversité	■ Espèces locales de cultures agricoles ■ Paysages culturels ■ Pratiques agricoles traditionnelles ■ Bois sacrés

Source : Adapté de Millennium Ecosystem Assessment (2005) ; Wood, Sebastian et Scherr (2000).

Une coordination au niveau paysager est, par conséquent, particulièrement importante pour maintenir des services écosystémiques qui opèrent sur des échelles géographiques plus larges que celles des fermes individuelles. La gestion des paysages aide à régir les dynamiques du changement de l'utilisation des terres - en atténuant les impacts du développement agricole sur les forêts et autres végétations indigènes - tout en garantissant que d'autres utilisations des terres comme les pâturages ou les forêts complètent l'agriculture.¹³⁴

La gestion intégrée des paysages implique une négociation et une collaboration à long terme entre différents groupes de gestionnaires des terres - agriculteurs, bergers, groupes d'utilisateurs des forêts et autres ressources - et d'autres parties prenantes - communautés locales, représentants des gouvernements, entreprises - pour atteindre leurs objectifs multiples dans les paysages. Les parties prenantes cherchent des solutions complémentaires à des problèmes communs et recherchent de nouvelles opportunités à travers des moyens techniques, écologiques, de marchés, sociaux ou politiques impliquant un minimum de concessions et renforçant les synergies entre les divers objectifs.

Les actions collaboratives convenues impliquent généralement les pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau au niveau de la ferme telles que décrites plus haut, parallèlement à des stratégies ciblées au niveau spatial afin de garantir les effets cumulés les plus importants possibles dans certaines parties du paysage. Les stratégies au niveau paysager peuvent également mobiliser mis en œuvre à travers des mécanismes de marché (tels que le paiement pour des services écosystémiques), des réformes politiques et institutionnelles (pour habiliter les unités de planification des paysages), et autres formes de renforcement des capacités, gestion des connaissances et support technique pour la planification de l'utilisation des terres et la gestion basée sur la collaboration.

Il existe de nombreuses façons d'aborder la gestion intégrée du paysage, avec divers points d'entrée, processus, et dispositions institutionnelles. Cependant, la plupart ont en commun une large participation des parties prenantes, la négociation autour de stratégies et d'objectifs communs, et une gestion adaptative basée sur l'apprentissage partagé. Les éléments principaux des approches intégrées du paysage comprennent :

1. Une entente des principales parties prenantes sur les objectifs des paysages
2. La gestion des synergies écologiques, sociales et économiques et les compromis entre les différentes terres et l'utilisation des ressources dans les paysages
3. Des pratiques d'utilisation des paysages qui contribuent aux multiples objectifs paysagers
4. Le développement de marchés, politiques et investissements de soutien
5. La mise en place de processus collaboratifs en faveur d'une gouvernance associant les différentes parties.

Tableau 3 | **Bénéfices de la gestion intégrée des paysages sur la production agricole**

PAYSAGE, PAYS	DÉFIS DU PAYSAGE	ACTIVITÉS PRINCIPALES	AVANTAGES DOCUMENTÉS POUR LA PRODUCTION AGRICOLE
Luangwa Valley, Zambie	La production non durable de cultures de rente avait épuisé les nutriments des sols et augmenté la dépendance des agriculteurs au braconnage des animaux sauvages à des fins de subsistance.	Promotion de la sécurité alimentaire à travers la formation à des technologies et pratiques d'utilisation des terres visant à encourager la production agricole et réduire le braconnage ; formation au travail réduit des sols en échange des pièges et appâts.	Augmentation de la production des cultures grâce à un travail réduit, aux cultures de couverture, à la rotation des cultures et aux engrais naturels. Sécurité alimentaire des ménages augmentée de 15 %.
Plateau du Loess, Chine	Une croissance démographique élevée, un surpâturage et une utilisation excessive avaient entraîné des niveaux d'érosion élevés, une baisse des stocks alimentaires et la pauvreté.	Restauration des paysages du Plateau de Loess grâce au reboisement de zones en pente et au nivellement de la terre pour produire des cultures à haut rendement.	Production agricole plus efficace sur les terrasses, diversification de l'agriculture et production animale. La production de céréales par habitant passée de 365 kg à 591 kg/an. Augmentation des revenus de 70 à 200 dollars par an.
Rajasthan, Inde	La dégradation de l'environnement et la sécheresse ont empêché les communautés pratiquant l'aridoculture de subvenir à leurs besoins en eau.	Investissements collectifs de la communauté pour rétablir et gérer les johads, structures traditionnelles de collecte des eaux à grande échelle.	Accès amélioré à l'irrigation, permettant à 23 communautés de profiter d'une saison de croissance supplémentaire et d'une production animale accrue.
Wanggameti, île de Sumba, province de Nusa Tenggara, Indonésie	Litiges relatifs aux limites des champs et à la propriété des terres, conflits à propos du pâturage du bétail, gestion des feux, abattage illégal d'arbres à l'intérieur et aux environs de forêts protégées et de réserves naturelles, pauvreté des familles de petits exploitants agricoles.	Création de plus de 5 000 exploitations forestières (sur ferme) ; promotion de la conservation des terres et de l'eau ; amélioration de la fertilité des sols grâce à des fermes intégrées (y compris le bétail) dans des conditions semi-arides.	Augmentation de la productivité agricole et animale et amélioration de la rétention des sols et de l'eau pour la production sur des fermes à versant de colline pour plus de 3 400 ménages ruraux dans 22 communautés, atteignant 17 400 bénéficiaires. Création de plus de 5 000 exploitations forestières familiales, sources de bois de chauffage, de fourrage et de produits non-ligneux.

Source : EcoAgriculture Partners, 2013.¹³⁵

nombreuses situations, améliorer et soutenir la productivité agricole nécessitera une coordination entre les utilisateurs et gestionnaires de ressources disséminés sur le territoire, notamment les terres non cultivées, les zones humides, les forêts et les pâturages extensifs. Alors qu'augmentent les pressions sur la terre, l'eau et les ressources biologiques - et que des initiatives aux multiples objectifs de développement sont lancées sur les mêmes territoires ou sur des territoires adjacents ou reliés - un

nouvel ensemble d'approches a émergé pour affronter et gérer ces pressions et ces objectifs parfois conflictuels. *Les approches de gestion intégrée des paysages* mettent les secteurs et parties prenantes autour de la table afin qu'ils planifient, conçoivent et gèrent leurs paysages et leurs ressources institutionnelles de manière à améliorer la production agricole, préserver l'écosystème et la biodiversité, et faire perdurer les moyens de subsistance (Encadré 6).

Expérience dans l'application de la gestion intégrée des paysages

Il apparaît de plus en plus évident que la gestion intégrée des paysages peut permettre de transformer des terres dégradées en terres productives, qui contribuent simultanément à augmenter la sécurité alimentaire et à développer des moyens de subsistance plus sûrs.¹³⁶ Par exemple, dans la région de Tigray en Éthiopie, grâce à un leadership solide et à une aide du gouvernement, les agriculteurs et les communautés locales ont transformé une grande partie de la région à travers la mobilisation des communautés, la planification participative au niveau local, et l'engagement dans une vaste gamme d'activités, parmi lesquelles le reboisement, la collecte des eaux, la gestion de la fertilité des sols, le terrassement et l'irrigation. Ces activités seraient parvenues à réduire la dépendance à l'aide humanitaire en temps de sécheresse au cours des 5 à 10 dernières années.¹³⁷

Au fur et à mesure que la gestion intégrée des paysages a évolué et que l'intérêt qu'elle suscite a augmenté, des initiatives se sont développées pour tirer parti des leçons tirées et pour soutenir les interventions nécessaires en priorité. Des partenariats internationaux visant à soutenir les initiatives de gestion intégrée des paysages se sont mis en place. Citons par exemple le Partenariat mondial pour la restauration des paysages forestiers, qui a pour objectif de restaurer 150 millions d'hectares de forêts dégradées d'ici 2020, parmi lesquelles 50 à 100 millions d'agroforesterie.¹³⁸ L'initiative « Landscapes for People, Food and Nature » travaille avec un grand nombre d'institutions pour renforcer l'efficacité des initiatives pour le paysage et pour soutenir les politiques, le financement, la science et l'engagement des entreprises nécessaires.¹³⁹

OPPORTUNITÉS DE MISE À L'ÉCHELLE

Bien que des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau fassent leur apparition dans certaines parties du monde, celles-ci devront être déployées à l'échelle mondiale si l'humanité veut pouvoir nourrir une population grandissante et améliorer le bien-être des agriculteurs sans créer de pressions supplémentaires sur l'environnement. La première étape vers la mise à l'échelle de ces pratiques consiste à identifier quelques-unes des conditions dans lesquelles les agriculteurs investiront dans des pratiques de gestion améliorée des terres et de l'eau. La deuxième étape consiste à identifier les opportunités de développement de ces pratiques en Afrique subsaharienne.

Quelles raisons poussent les agriculteurs à adopter des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau?

La recherche et le travail sur le terrain au Sahel indiquent qu'un ensemble de conditions communes poussent les agriculteurs à investir dans des pratiques de gestion améliorée des terres et de l'eau.¹⁴⁰

- Lorsque la pression démographique ne permet plus aux agriculteurs de restaurer la fertilité des sols par les systèmes de jachère classiques ou le défrichage des forêts.
- Là où la dégradation des sols et/ou le changement climatique amenuisent les rendements.
- Lorsque les avantages économiques des pratiques de gestion des terres et de l'eau paraissent évidents aux communautés locales.
- Lorsque les politiques et les systèmes sont en place pour faciliter l'adoption de ces pratiques - ou tout du moins pour éliminer les barrières qui s'y opposent.

Au début des années 1980, par exemple, avec l'assistance d'ONG et d'organismes de développement, les agriculteurs de la région de Yatenga au Burkina Faso ont commencé à investir dans des techniques traditionnelles améliorées de collecte des eaux, qui ont soutenu la réhabilitation de terres gravement détériorées en terres productives. En 1985, des agriculteurs des régions Maradi et Zinder, au Niger, ont commencé à construire de nouveaux systèmes d'agroforesterie par la protection et la gestion de la régénération naturelle d'espèces d'arbres. À partir de la fin des années 1980, les agriculteurs du district d'Illela, au Niger, ont commencé à investir dans des techniques de collecte des eaux pour restaurer des terres dégradées et stériles. Dans chacun de ces trois cas, les fortes densités de population ne permettaient plus aux agriculteurs de restaurer la fertilité des sols à l'aide des systèmes de jachère traditionnels. Les agriculteurs étaient obligés de faire pousser des aliments sur les mêmes parcelles de terrain chaque année, et il n'y avait que peu d'opportunités d'étendre les terres cultivées en déboisant les forêts. Les rendements moyens des céréales étaient tombés à 400 kg/hectare et de nombreuses familles d'agriculteurs devaient faire face à d'importantes pénuries alimentaires (six mois par an ou plus). Leur unique option était d'intensifier l'agriculture sur des sols déjà cultivés ou de restaurer des terres infertiles.¹⁴¹

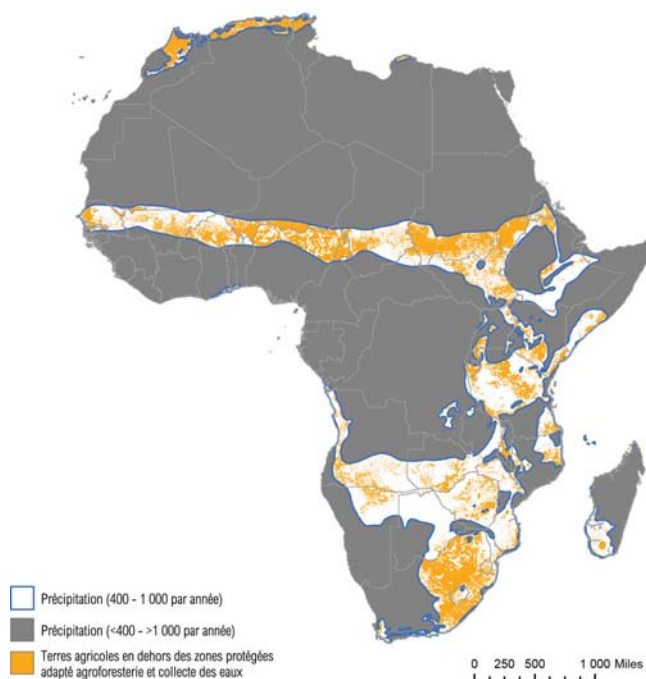
Bien que la densité de population élevée ait servi de catalyseur, dans chaque cas, de nouvelles connaissances (à travers des innovations locales ou extérieures à la communauté) ont été introduites dans les systèmes agricoles et ont permis à l'intensification de se produire. Des échanges d'agriculteur à agriculteur ont permis à d'autres de se familiariser avec des pratiques efficaces de gestion améliorée des terres et de l'eau, qui pouvaient leur servir à intensifier la production agricole sans dépendre d'investissements extérieurs majeurs. Comme décrit plus haut dans l'encadré 3, un fermier de la région de Yatenga, au Burkina Faso, a amélioré les cuvettes de plantation ou *zaï* traditionnels en 1980. Ceux-ci ont ensuite été utilisés pour remettre en état des dizaines de milliers d'hectares de terres arides. Les mêmes techniques ont été introduites après 1989 dans le district d'Illela, au Niger.¹⁴² La propagation de ces techniques a été facilitée par des changements dans la politique gouvernementale, et par des réformes institutionnelles favorisant une sécurité accrue de la propriété foncière et la gestion décentralisée des ressources naturelles.¹⁴³

Une situation similaire est en train de se produire dans d'autres parties de l'Afrique. Les versants de la montagne et les vallées du village d'Abrha Weatsbha, dans la région de Tigray (au nord de l'Éthiopie) étaient si détériorés il y a 15 ans que le village risquait la délocalisation. Au lieu de cela, grâce au soutien du gouvernement régional de Tigray, les villageois ont pu investir dans un éventail de pratiques de gestion des terres et de l'eau pour retenir les ruissellements des eaux de pluie et réduire la menace de l'érosion, et pour augmenter la densité des arbres sur les exploitations et en dehors. Ceci a permis d'améliorer la qualité du sol, d'augmenter les rendements agricoles, et a mené à une recharge significative de la nappe souterraine. Des centaines de nouveaux puits ont été creusés pour permettre un accès à l'eau potable. En 2008, les précipitations ont été rares et les récoltes très mauvaises et pourtant, de nombreuses familles ont pu s'en sortir parce qu'elles ont pu irriguer les jardins potagers et les arbres fruitiers plantés près des puits.¹⁴⁴

Potentiel de mise à l'échelle des pratiques améliorées en Afrique subsaharienne

Le potentiel d'expansion des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau - et en retour, la production accrue de nourriture pour alimenter une population croissante - est vaste. En Afrique subsaharienne, où la croissance démographique reste élevée, plus de 300 millions d'hectares sont compatibles avec l'agroforesterie, la

Figure 14 | **L'agroforesterie et la collecte des eaux pourraient être déployées sur plus de 300 millions d'hectares en Afrique subsaharienne**



Source : WRI, 2013.

collecte des eaux de pluie et d'autres pratiques connexes. La Figure 14 montre l'étendue approximative des terres agricoles situées en dehors des régions protégées et dont les niveaux de précipitations sont de 400 à 1 000 mm par an.¹⁴⁵ Si des pratiques de gestion des terres et de l'eau étaient mises en œuvre sur seulement 25 % de ces terres agricoles et augmentaient les rendements d'en moyenne 50 %, les agriculteurs produiraient environ 22 millions de tonnes de nourriture supplémentaires, soit environ 64 trillions de kcal.¹⁴⁶ Le WRI estime qu'une forte diffusion de de ces pratiques pourrait potentiellement fournir 615 kcal supplémentaires par personne et par jour à 285 millions d'individus vivant sur les terres arides d'Afrique.¹⁴⁷

Des efforts pour accélérer la diffusion de ces pratiques éprouvées peuvent aussi profiter de nombreux développements encourageants et des mouvements émergents. Par exemple, en 2013, le gouvernement des Pays-Bas a donné son accord pour un projet majeur pour le Sahel et la Corne de l'Afrique, qui intégrera l'agroforesterie, la collecte des

eaux et le micro-dosage. L'USAID financera d'importants projets de développement des capacités de résilience au Sahel, qui impliqueront l'agroforesterie. Le Centre mondial de l'agroforesterie a développé un soutien politique pour l'agroforesterie dans au moins 17 pays africains dans le cadre de son initiative pour l'agriculture pérenne.¹⁴⁸ Ces développements suggèrent un intérêt croissant pour l'intégration d'une gestion améliorée des terres et de l'eau dans l'agriculture conventionnelle.

APPROCHES RECOMMANDÉES POUR ACCÉLÉRER UNE MISE À L'ÉCHELLE

Les expériences vécues au Sahel et ailleurs soulignent l'importance de plusieurs stratégies pour le développement de pratiques de gestion améliorée des terres et de l'eau. Sept stratégies semblent particulièrement prometteuses :

1. Renforcer la gestion des connaissances
2. Accroître la communication et sa portée
3. Soutenir les réformes politiques et institutionnelles
4. Appuyer le renforcement des capacités
5. Offrir davantage d'aide à la gestion intégrée des paysages
6. Renforcer les mesures d'incitation économiques et l'implication du secteur privé
7. Un investissement généralisé dans la gestion améliorée des terres et de l'eau.

Il sera important d'aborder la dimension genre dans chacune des stratégies et de tirer profit des opportunités, pour garantir que les investissements dans le développement agricole et dans la gestion améliorée des terres et de l'eau contribuent à l'égalité des sexes et à l'habilitation des femmes (Encadré 7).

Encadré 7 | La réussite d'une mise à l'échelle des pratiques de gestion améliorée des terres et de l'eau requiert de porter attention à la dimension de genre

Au moment d'évaluer, de concevoir, de mettre en œuvre et de suivre les activités qui abordent les opportunités de mise à l'échelle des pratiques de gestion améliorée des terres et de l'eau, il est essentiel de prendre en considération la dimension de genre. Prendre en considération la dimension de genre est important car les femmes ont été marginalisées dans le passé et les iniquités doivent être corrigées. L'expérience montre en outre que les progrès concernant l'équité entre les sexes et l'habilitation des femmes mènent à de meilleurs résultats de développement.

Dans les zones rurales d'Afrique subsaharienne, 95 % des ressources externes et de l'assistance technique (l'accès à l'information et aux intrants tels que de meilleures semences et de meilleurs outils) sont destinées aux hommes, alors que les femmes sont responsables de 80 % du travail agricole et qu'elles travaillent 10 à 12 heures de plus que les hommes par semaine pour la production alimentaire.¹⁴⁹ Des études menées en Afrique subsaharienne montrent que la productivité agricole augmenterait de plus de 20 % si l'écart en capital et en intrants entre les hommes et les femmes était réduit.¹⁵⁰ Les femmes sont également parmi les populations les plus affectées par la dégradation non maîtrisée des terres et les pénuries de bois de chauffage, fourrage, nourriture et eau potable qui lui sont associés.¹⁵¹

Les hommes et les femmes sont les principales parties prenantes dans l'adoption et la diffusion des pratiques de gestion améliorée des terres et de l'eau. Ils ont cependant des perspectives différentes sur l'utilisation des ressources naturelles et sur l'importance, la faisabilité et le rapport coût-efficacité de plusieurs pratiques. Les femmes, en général, ne disposent pas des mêmes droits et de la même autorité de gestion que les hommes. Les dispositions coutumières et légales concernant le droit de propriété et les droits sur les ressources doivent être revues sous un angle qui prenne en compte la dimension de genre. Les obstacles potentiels à l'adoption de pratiques de gestion améliorée des terres et de l'eau qui peuvent être liés à ces différences de droits et de sécurité de la propriété devraient être évalués ; et des stratégies pour les surmonter devraient être développées.

Les femmes et autres parties prenantes marginalisées devraient participer aux réunions et aux prises de décisions. Elles devraient également être représentées dans les institutions communautaires qui régissent l'utilisation des ressources. Les femmes doivent avoir un accès direct à l'information, la formation et toute autre assistance mobilisée pour déployer des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau. Des progrès et succès plus importants de généralisation de ces pratiques améliorées dans le développement agricole peuvent être atteints en incorporant les objectifs d'égalité des sexes et l'habilitation des femmes dans la stratégie et le financement des programmes agricoles.¹⁵²

1. Renforcer la gestion des connaissances

Renforcer l'apprentissage et la recherche appliquée d'une façon qui engage directement les agriculteurs est essentiel pour catalyser les changements de comportement. Cela peut également permettre de mettre à profit le potentiel d'un affinement supplémentaire des pratiques améliorées. Parmi les approches prometteuses, on retrouve :

Encourager l'apprentissage par les pairs

Les agriculteurs peuvent apprendre d'autres agriculteurs qui travaillent dans des conditions agro-écologiques semblables. Au cours des vingt dernières années, les visites d'agriculteurs à agriculteurs pour un partage des connaissances sont devenues de plus en plus courantes. Les agriculteurs manquant d'expérience en techniques améliorées de gestion des terres et de l'eau devraient être encouragés à communiquer avec d'autres agriculteurs expérimentés, à rendre visite aux agriculteurs qui innovent, et à partager leurs expériences. Au Niger, un projet financé par le FIADA a conduit 13 agriculteurs (10 hommes et 3 femmes) du District d'Illéla à la région de Yatenga, au Burkina Faso, où les agriculteurs avaient restauré la terre grâce à des techniques de collecte des eaux. De retour au Niger, certains agriculteurs ont fait un essai avec des *zaï* sur quelques hectares, et ont obtenu de bons résultats. En 1990, les *zaï* étaient utilisés sur environ 70 hectares dans le district d'Illéla. En cette année de sécheresse, seuls les agriculteurs qui avaient investi dans les *zaï* ont obtenu des récoltes. Une fois sa valeur démontrée, la technique du *zaï* a commencé à se répandre rapidement. Un marché des terres dégradées s'est alors développé : des agriculteurs achetaient et vendaient des terres détériorées pour restaurer leur productivité.¹⁵³

Renforcer les systèmes de gestion des connaissances et l'accès à l'information

Les expériences d'agriculteurs innovateurs et les projets de développement ne sont pas toujours documentés de manière adéquate. Lorsque c'est le cas, il est bon de consigner les expériences pertinentes et de faciliter l'accès à l'information.

Même lorsque les connaissances et l'expérience ont été documentées, l'information disponible peut contenir d'importantes lacunes. Des données suffisantes à propos des coûts et des avantages associés aux pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau font souvent défaut, par exemple. Cela s'explique, entre autres raisons, par le fait que de multiples impacts de ces pratiques n'ont pas

encore été quantifiés. L'impact des techniques de collecte des eaux sur la recharge de la nappe souterraine locale en est un parfait exemple. Les données concernant l'impact sont généralement anecdotiques. Il est nécessaire d'identifier les lacunes importantes dans les connaissances et de prendre des mesures pour les combler. De telles lacunes dans les connaissances peuvent être comblées grâce à un meilleur suivi de l'impact.

Généraliser le suivi et l'évaluation

Des bailleurs de fonds peuvent hésiter à financer une étude sur l'impact des pratiques de gestion des terres et de l'eau, mais les budgets de projets prévoient généralement des fonds pour le suivi et l'évaluation. Ces fonds peuvent être utilisés pour évaluer les impacts socioéconomiques (réduction de la pauvreté, impacts sur le genre, gagnants et perdants), les impacts agronomiques (rendements agricoles) et les impacts biophysiques (sur la fertilité des sols, la nappe souterraine et la séquestration du carbone) de ces pratiques. Il est important d'identifier, dès le début, le rôle que les agriculteurs et les communautés peuvent jouer dans le suivi et l'évaluation.

2. Accroître la communication et sa portée

Les décideurs politiques nationaux et internationaux - ainsi que la plupart des gens qui vivent sur des terres arides - ne sont souvent pas au courant des succès associés à une gestion améliorée des terres et de l'eau. Pour encourager une plus forte diffusion de pratiques de gestion améliorées, les parties prenantes ont besoin d'avoir accès à une information qui puisse les inciter à agir. Parmi les recommandations spécifiques, citons :

Amplifier la voix des champions de la gestion améliorée des terres et de l'eau

Les champions de pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau devraient être identifiés à tous les niveaux de la société et dans diverses d'institutions, et aidés à amplifier leur voix pour élargir leur plaidoyer. En février 2013 par exemple, le secrétaire exécutif de la Convention sur la Lutte contre la Désertification des Nations Unies a visité des villages dans la région de Zinder, au Niger, où des agriculteurs construisaient de nouveaux systèmes d'agroforesterie. Après avoir discuté avec les villageois de leur expérience avec ces pratiques améliorées et s'être informé sur leurs impacts, il a utilisé l'information lors d'interventions devant divers groupes de décideurs et dans des interviews accordées à des médias internationaux.

S'appuyer sur la technologie pour renforcer la communication directe avec les agriculteurs

Les stations de radio des communautés locales, régionales et nationales peuvent diffuser des programmes au cours desquels les agriculteurs expérimentés partagent leurs connaissances. Selon la station de radio, le nombre d'auditeurs pourra varier de quelques milliers à plusieurs millions de personnes. Dans le sud de la Tunisie, une radio régionale diffusait chaque semaine un programme spécial dédié aux innovations agricoles, au cours duquel des agriculteurs novateurs partageaient leurs expériences et répondaient aux questions des chercheurs et des spécialistes. La station de radio recevait de nombreuses lettres d'auditeurs pour partager leurs innovations ou signaler leur intention d'essayer de mettre en pratique ce qu'ils avaient entendu à la radio.¹⁵⁴

Les journalistes peuvent eux aussi diffuser des cas de réussite en matière de gestion des terres et de l'eau. Dans certains pays, des journalistes ont créé des associations de journalistes environnementaux. Par exemple, au Sénégal, des journalistes se sont organisés en « groupe de recherche sur l'environnement et la presse », qui a publié un bulletin spécial sur l'expérience du Sénégal avec les systèmes d'agroforesterie développés via la régénération naturelle gérée par les agriculteurs.¹⁵⁵

Les téléphones mobiles sont également en train de devenir des outils très répandus pour partager l'information. La Web Alliance for Re-greening in Africa (l'alliance web pour reverdir l'Afrique - www.W4RA.org) a développé un « Web of Voices » (un réseau de voix) qui joint l'utilisation des téléphones mobiles avec les stations de radio et internet. L'information sur les prix du marché est souvent disponible en format texte, mais les agriculteurs analphabètes ne peuvent pas accéder aux services basés sur les SMS. En utilisant un système de conversion de l'écrit à la parole dans les langues locales, les agriculteurs ont accès à l'information sur les marchés. Les agriculteurs qui souhaitent répondre le font dans leur langue et un système automatique de reconnaissance de la parole réorganise l'information, l'enregistre et la rend disponible. Ce type d'innovation technique constitue un potentiel énorme de partage de l'information avec et par les utilisateurs de la terre.

Encourager un dialogue bien informé et des consultations au niveau national

Les champions des organisations locales et des parties prenantes au Burkina Faso, en association avec l'African Re-greening Initiative, ont travaillé pour compiler et diffuser des informations sur les avantages qu'offre l'adoption des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau.

Ceci se fait à travers la production de documentaires vidéo et d'émissions radio, et en soutenant une plus grande interaction entre les agriculteurs innovateurs et les médias nationaux. Ont aussi été organisés des ateliers de travail nationaux au Burkina Faso pour partager les connaissances à propos de la prolifération de l'agroforesterie et de pratiques connexes, et démarrer des actions pour la préparation d'une stratégie nationale visant à intégrer l'agroforesterie dans des programmes de sécurité alimentaire et d'adaptation au changement climatique.¹⁵⁶

Améliorer la compréhension quantitative sur les coûts et les bénéfices des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau

Relativement peu d'attention a été portée à l'analyse des coûts et des bénéfices des pratiques de gestion des terres et de l'eau que les agriculteurs développent et adoptent eux-mêmes à relativement grande échelle, comme la régénération naturelle gérée par les agriculteurs et les cuvettes de plantation améliorées tels que les *zaï*. Favoriser la recherche participative avec les agriculteurs pourrait combler de nombreuses lacunes d'informations à propos des coûts et des bénéfices de ces pratiques améliorées. Au fur et à mesure qu'elles deviennent disponibles, ces informations pourraient alors être incorporées à des produits de connaissance - comme des notes de politiques destinées aux décideurs politiques nationaux ou à d'autres parties prenantes - pour partager des informations et des données sur les pratiques éprouvées, les coûts et les multiples avantages. Le Centre mondial de l'agroforesterie a, par exemple, récemment publié un rapport technique basé sur une étude concernant l'impact économique de l'agroforesterie au Sahel, et son impact sur les rendements agricoles. Il serait utile de résumer le rapport dans un format qui soit accessible aux décideurs politiques.

3. Soutenir les réformes politiques et institutionnelles

Accélérer la diffusion des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau requiert des politiques et une législation incitative, mais également un renforcement des capacités aux niveaux local, régional et national. Il est primordial d'identifier les politiques et la législation nécessaires pour encourager les agriculteurs à investir dans des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau. La législation forestière obsolète devrait être réformée, et les droits des agriculteurs sur les arbres de leurs exploitations devraient être clarifiés et renforcés. Bien que beaucoup ait été dit sur l'importance des droits de propriété sur les terres, le soutien aux mesures pratiques visant à garantir une gamme complète de droits pour les petits exploitants agricoles doit faire l'objet de davantage d'attention.

Parmi les recommandations spécifiques, citons :

Réformer une législation forestière obsolète et contreproductive

Malgré des tentatives répétées d'imposer des réformes, les codes forestiers du Sénégal, du Mali, du Burkina Faso et d'autres pays contiennent toujours de nombreuses dispositions permettant aux agents des services des forêts d'infliger des amendes ou de décourager les agriculteurs, de quelque manière que ce soit, d'investir dans la protection, la régénération et l'exploitation durable d'arbres dans les systèmes d'agroforesterie. Il est difficile de réformer ces lois lorsqu'elles impliquent des changements à des dispositions qui touchent les taxes, les amendes et les permis que les agents forestiers exploitent pour compléter leurs maigres revenus. Et bien que ces dispositions législatives et réglementaires aient pour objectif de conserver les formations naturelles restantes, parce qu'elles manquent de dispositions spécifiques régissant la gestion d'arbres à usages multiples dans les systèmes agricoles, elles sont responsables d'effets pervers qui contribuent à réduire le couvert végétal dans les paysages agricoles.

Les effets négatifs des lois forestières obsolètes sont souvent renforcés par des politiques de développement agricoles et des messages de vulgarisation qui mettent l'accent sur la « modernisation » agricole par l'usage accru de la mécanisation et d'intrants subventionnés, sans porter attention aux mesures nécessaires pour réduire la dégradation des terres et pour faciliter l'adoption de la gestion améliorée des terres et de l'eau. Les agriculteurs du Sénégal ont, par exemple, été encouragés pendant

des années par le Ministère de l'agriculture à utiliser des tracteurs et la traction animale pour labourer en sillons linéaires, même si cela impliquait de détruire des parcs agroforestiers qui avaient protégé les sols contre l'érosion du vent et de l'eau et avaient contribué à leur recharge en matière organiques et en nutriments. Les services forestiers sénégalais se concentraient sur des efforts coûteux et relativement inefficaces consistant à planter, le long des routes, des arbres exotiques à croissance rapide tels que les eucalyptus, et à planter des essences de bois de chauffage gérées par l'État. Et ils faisaient peu pour encourager « la régénération naturelle gérées par les agriculteurs » dans les exploitations agricoles. De toute évidence, il est largement possible et le besoin est grand de réformer les politiques, lois et réglementations qui constituent un obstacle majeur au développement de l'agroforesterie et autres pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau.

Établir des droits de propriété et de gestion plus solides sur les arbres et arbustes des paysages agricoles

Les gouvernements nationaux devraient développer des politiques et une législation visant à inciter les petits exploitants agricoles à adopter les pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau. Mais les petits exploitants n'adopteront ces pratiques que s'ils se sentent en sécurité sur leurs terres et s'ils ont la certitude de recueillir le fruit de ces pratiques améliorées. Les lois relatives à la propriété foncière et à la foresterie doivent par conséquent être intégrées afin d'éliminer les incohérences, de combler les lacunes et de lever les ambiguïtés, mais également de garantir des droits solides par rapport à la terre, à l'eau et autres ressources. Ces ressources devraient inclure les arbres présents sur les terres cultivées et ayant été protégés, régénérés ou plantés par les agriculteurs. Et ces derniers devraient être autorisés à récolter et à commercialiser librement toute la gamme de produits issus de leurs systèmes agricoles, y compris le bois et les produits forestiers non-ligneux provenant des parcs d'agroforesterie. Au Sénégal, la récolte et le transport d'un large éventail de produits forestiers et « naturels » - tels que feuilles d'arbres, graines, fruits et bois, qu'ils proviennent de terres boisées ou cultivées - sont soumis à des taxes et autorisations gouvernementales.

Soutenir l'émergence et la consolidation des institutions locales pour améliorer la gouvernance des ressources naturelles

L'expérience montre clairement l'importance critique du développement des capacités des institutions locales - telles que les comités de développement des villages traditionnels ou modernes - pour négocier et imposer localement les règles régissant l'accès aux ressources naturelles et leur utilisation, en particulier la protection et la gestion des arbres présents sur les terres agricoles et de la végétation naturelle. Des lois applicables localement sont indispensables pour sanctionner l'abattage illégal des arbres, limiter la détérioration des arbres des terres agricoles par le bétail et contrôler les feux de brousse.

Par exemple, le Fonds International de Développement Agricole a soutenu la création et le fonctionnement d'institutions villageoises dans le district d'Aguié, au Niger, pour la protection et la gestion des arbres présents sur les exploitations agricoles. Les organisations villageoises contiennent 8 à 10 membres élus, de composition mixte. Le comité du village de Dan Saga, par exemple, est composé d'hommes et de femmes. Les représentants des éleveurs sédentaires sont également consultés. Au niveau du village, des règles et réglementations ont été développées et acceptées par toutes les parties concernées. Les contrevenants aux règles se voient infliger des sanctions. Les villages voisins de Dan Saga sont désormais engagés via une plateforme inter-villages. Pour la communauté de Dan Saga, il était devenu vital de communiquer avec les villages alentours à propos du nouveau capital arboricole. La plateforme inter-villages a donc été créée pour traiter les problèmes relatifs à la protection, à la gestion et à l'exploitation des arbres situés sur leurs terres agricoles.¹⁵⁷

Réévaluer les subventions pour l'achat d'engrais minéraux et mieux soutenir les approches équilibrées combinant information, recherche et vulgarisation des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau

Au Malawi, certaines organisations de développement rural sont préoccupées par le fait que le niveau actuel élevé des subventions pour l'achat d'engrais puisse dissuader les agriculteurs de mieux gérer les terres agricoles et l'eau. Au Malawi, les messages de vulgarisation encouragent les agriculteurs à acheter davantage d'engrais minéraux pour faire remonter les rendements des cultures. Toutefois, ces messages auraient pu être révisés pour mettre davantage l'accent sur les opportunités et bénéfices à combiner la

gestion intégrée de la fertilité des sols avec l'agroforesterie et l'agriculture de conservation.¹⁵⁸ Il convient d'encourager les efforts continus pour passer de la promotion d'un usage accru des engrais à un programme incluant ces pratiques de gestion des terres et de l'eau, et de mettre en lumière le fait que ces pratiques augmentent l'efficacité des engrais.

Les facteurs affectant la demande et l'approvisionnement en engrais devraient être revus, tout comme les opportunités de promotion des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau susceptibles de traiter les causes de la dégradation des terres.¹⁵⁹ Les politiques et programmes gouvernementaux pour le développement agricole devraient être ajustés de manière à améliorer les mesures d'incitation à l'usage des engrais et à l'adoption de pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau capables de dynamiser les rendements agricoles tout en réduisant la dégradation environnementale et de produire d'autres bénéfices.

Accélérer et renforcer l'utilisation généralisée des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau dans le développement agricole, la sécurité alimentaire et les programmes d'adaptation au changement climatique

Les gouvernements et les agences d'aide au développement pourraient faire davantage pour généraliser l'intégration des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau dans les politiques et programmes de développement agricole actuels. Par exemple, les programmes d'investissement nationaux identifiés et financés via l'initiative « Feed the Future » de l'USAID se sont focalisés sur la consolidation de chaînes de valeur ciblées, avec la perspective d'augmenter la production agricole et d'améliorer la nutrition et la sécurité alimentaire. De plus en plus, les programmes tiennent également compte des besoins et opportunités de réduire la vulnérabilité au changement climatique et d'améliorer la résilience des communautés rurales. Et la recherche est en passe d'identifier des opportunités d'intensification durable, notamment l'aide à la mise à l'échelle de l'agroforesterie, de l'agriculture de conservation et de la gestion améliorée des terres et de l'eau.

4. Encourager le renforcement des capacités

La capacité des communautés villageoises à gérer le capital productif créé à travers les investissements dans la gestion des terres et de l'eau devrait également être renforcée. Les systèmes d'agroforesterie ne peuvent pas être protégés, régénérés et gérés sans l'aide d'institutions basées sur la communauté et habilitées à adopter et à faire appliquer les mesures locales de contrôle du surpâturage, de l'abattage des arbres sur les terres agricoles et des feux de brousse destructeurs. Dans les zones où de telles institutions locales ont été mises en place et consolidées pour faire appliquer les « conventions locales », les agriculteurs réussissent mieux à adopter les pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau.¹⁶¹

Parmi les recommandations spécifiques, citons :

Organiser des séances de formation pour familiariser les communautés locales avec l'application de la législation des conventions locales

Ces dix dernières années, dans le cadre d'une initiative d'aide à la gestion décentralisée des ressources naturelles, des politiques et lois nationales ont été adoptées au Sénégal, au Mali et dans d'autres pays du Sahel pour permettre aux communautés locales de débattre et de convenir de règles d'importance critiques, auxquelles doivent se conformer les utilisateurs de ressources des communautés locales afin de mieux régir l'accès et l'usage des ressources naturelles. Ces règles adoptées et appliquées localement se sont avérées particulièrement importantes pour calmer les conflits relatifs à l'usage des ressources naturelles. Par exemple, les conventions locales ont contribué à réduire l'endommagement par le bétail des arbres présents dans les champs agricoles, tout en garantissant le maintien de corridors pour faciliter le déplacement des animaux.

Favoriser l'organisation et l'habilitation des comités de gestion des ressources locaux

Au Niger et dans d'autres pays, le fait d'organiser et d'habiliter les comités locaux pour l'exploitation des arbres et de la vente des produits du bois a permis d'augmenter les bénéfices économiques accumulés par les communautés locales à partir des investissements dans la régénération naturelle gérée par les agriculteurs.

5. Soutenir la gestion intégrée des paysages

Dans les paysages où la restauration des terres dégradées et des ressources en eau requiert une action au-delà de l'exploitation agricole, les gouvernements, la société civile et autres parties prenantes doivent fournir l'aide institutionnelle nécessaire pour coordonner l'investissement et la gestion à l'échelle des paysages. Les partenaires de l'initiative « Landscapes for People, Food and Nature » ont identifié les actions prioritaires à mettre en œuvre pour éliminer les principales contraintes à la mise en œuvre à l'échelle des approches intégrées au niveau des paysages. La priorité est de renforcer ce type d'initiatives intégrées par une habilitation plus poussée des leaders et des institutions, une implication plus importante des agriculteurs et des organisations communautaires, et un suivi plus efficace de la gestion adaptative. Les nombreuses communautés appliquant ces pratiques et diffusant et soutenant déjà ces initiatives avec une approche paysage doivent partager leurs connaissances et leur expérience de façon plus systématique.

Des mesures sont également indispensables pour promouvoir un environnement habilitant plus favorable, en incorporant les approches paysage dans les cadres politiques nationaux, régionaux et locaux, en alignant les politiques sectorielles et en habilitant les partenaires à négocier des règles appropriées au niveau local. Le secteur privé doit évaluer son propre « analyse de rentabilité » pour s'engager dans les initiatives au niveau des paysages en faveur d'un approvisionnement durable à long terme en produits agricoles. Le financement doit être aligné entre les secteurs et davantage de ressources publiques et privées doivent être rendues disponibles pour les investissements dans les paysages intégrés. Enfin, l'investissement est nécessaire pour mieux comprendre les impacts, la rentabilité et les meilleures pratiques associées aux approches intégrées des paysages.¹⁶²

6. Renforcer les mesures d'incitation économiques et l'implication du secteur privé

Il est particulièrement important de développer les marchés des intrants et de renforcer les mesures d'incitation économique via l'engagement du secteur privé. Ces stratégies sont indispensables pour aider les agriculteurs à accéder aux informations et autres intrants et services, et pour renforcer les mesures d'incitation économiques via le développement des chaînes de valeur associées aux pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau.

Garantir l'accès en temps voulu des petits exploitants agricoles aux engrais de qualité et autres intrants

Les gouvernements nationaux peuvent faciliter la production et/ou l'importation des intrants agricoles par le secteur privé pour garantir un approvisionnement adéquat. Pour ce faire, il convient par exemple de réduire les taxes à l'importation sur les intrants agricoles et améliorer l'accès aux entreprises de vente d'intrants agricoles locales. À cause des infrastructures routières de mauvaise qualité, le prix des engrais vendus aux petits exploitants est souvent le double de celui des engrais sur le point de production ou d'importation. Ces problèmes et autres problèmes structurels, ainsi qu'un manque de volonté à éliminer les facteurs de dégradation et de déclin de la fertilité des sols, sapent les mesures d'incitation des agriculteurs à utiliser les engrais et des entreprises à en fournir. Les bonnes pratiques de promotion de la demande et de l'approvisionnement en engrais ont été documentées par la Banque Mondiale et d'autres institutions devraient être mises en œuvre.¹⁶³

Soutenir le développement des chaînes de valeur de l'agroforesterie

Les gouvernements devraient en faire davantage pour supprimer les impôts et contraventions non raisonnables, les paiements illégaux et autres obstacles à la production, au transport et à la mise sur le marché des produits issus des systèmes d'agroforesterie. Au fur et à mesure que ces obstacles seront éliminés ou minimisés, les agriculteurs et partenaires du secteur privé seront encouragés à investir à plus grande échelle dans le développement des chaînes de valeur de l'agroforesterie. Par exemple, un certain nombre d'espèces d'agroforesterie telles que le *baobab*, le *moringa* et le *karité* et autres ont prouvé qu'ils fournissaient des revenus en espèces importants aux agriculteurs via la vente des feuilles, fruits, fibres, fourrage et autres produits de valeur commerciale. Toutefois, dans certaines régions, ces activités commerciales sont découragées par des taxes inappropriées ou des conditions d'octroi des permis de récolte et de transport mal administrées. Lorsque le développement de ces chaînes de valeur est promu, le potentiel de dynamisation de la production de *moringa* et de *karité* et autres produits est important. Ils peuvent alors être vendus sur le marché national et sur les marchés internationaux. De plus en plus de produits issus du *moringa* et du *karité* sont déjà présents dans les rayons des boutiques haut de gamme du monde entier.

7. Un investissement généralisé dans la gestion améliorée des terres et de l'eau.

Pour faire adopter les pratiques de gestion améliorée des terres et de l'eau à l'échelle nécessaire et pour inverser les processus de dégradation des terres actuels au niveau des paysages, un investissement important sera nécessaire. Quel est le niveau d'investissement nécessaire ? Les coûts par hectare sont modestes, mais avec plusieurs centaines de millions d'hectares, le montant s'élève rapidement à plusieurs milliards de dollars. Toutefois, une part importante de cet investissement sera apportée par les petits exploitants agricoles eux-mêmes, sous forme de main-d'œuvre. Et bien la main-d'œuvre soit très demandée pour les cultures en certaines périodes, les investissements de travail pour la gestion améliorée des terres et de l'eau peuvent être réalisés de manière à tirer profit des périodes lors desquelles les agriculteurs peuvent mobiliser la main-d'œuvre nécessaire.

Pour une même technique, les coûts peuvent varier de manière importante. Par exemple, l'investissement en main-d'œuvre pour le creusement des cuvettes de plantation dépend de la croûte du sol. L'investissement à prévoir pour les cordons de pierre dépend du mode de transport des pierres et de la distance sur laquelle elles doivent être transportées. L'agroforesterie basée sur la régénération naturelle gérée par les agriculteurs est peu coûteuse. Aucun investissement n'est requis et les agriculteurs sont responsables de la protection et de l'entretien. Les principaux coûts sont les coûts relatifs à l'aide aux activités de vulgarisation, telles que les visites d'étude des agriculteurs et les programmes radiophoniques.

L'argent investi dans les pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau sera de l'argent bien dépensé ; les coûts sont bien plus faibles que les coûts récurrents de l'aide d'urgence. Le prix d'un sachet de pâte de cacahuète nutritive pour un enfant et pour un mois s'élève à 25 dollars. Ainsi, l'aide à cette classe d'âge au Sahel, pour un mois seulement, atteint la somme ahurissante de 125 millions de dollars. En 2012, les bailleurs de fonds ont dépensé plus d'1 milliard de dollars dans l'aide humanitaire au Sahel.¹⁶⁴ Ce que coûterait le développement de cinq millions d'hectares de nouveaux parcs d'agroforesterie au Niger où la protection et la gestion de la régénération naturelle serait confiée aux agriculteurs ne peut pas être calculé précisément, car ce montant a été atteint à travers une combinaison d'aide aux projets pour la réforme politique, le renforcement des institutions, la recherche

et la vulgarisation et l'adoption spontanée par les agriculteurs. Mais les montants investis par le gouvernement national et les organismes de financement seraient très probablement bien moins élevés que les sommes dépensées pour la lutte contre la sécheresse et l'aide humanitaire associée.

Certaines données indiquent que les investissements dans la gestion améliorée des terres et de l'eau ont une influence sur la dynamique démographique rurale. Les jeunes hommes décident de rester au village car il y a davantage d'opportunités de revenus et les familles ne veulent pas quitter le village pour s'installer ailleurs.¹⁶⁵ Les coûts liés à l'expansion des infrastructures urbaines - nécessaire aux millions d'habitants qui décident d'abandonner leur terre dégradée et de s'installer dans les grandes villes surpeuplées - sont ainsi diminués.

Les petits exploitants sont responsables de la protection et de la gestion des arbres situés dans et hors de leur exploitation, il n'y a donc aucun coût récurrent pour le gouvernement. Néanmoins, il peut s'avérer nécessaire d'apporter une aide spécifique aux petits exploitants, notamment sous la forme de nourriture ou de trésorerie en période de transition, lorsque les investissements ne génèrent pas encore de bénéfices. Cela peut également inclure la réfection d'une route rurale pour améliorer l'accès au marché tout au long de l'année, ou l'investissement dans des formations destinées aux agriculteurs, pour leur transmettre de nouvelles connaissances et une expérience.

UN APPEL À L'ACTION

Comment le monde pourra-t-il décemment nourrir plus de 9 milliards de personnes d'ici 2050 tout en assurant le développement économique et en réduisant la pression sur l'environnement ? Ce document de travail révèle que dans de nombreuses zones arides, en particulier en Afrique subsaharienne, le défi est encore plus grand que dans de nombreuses autres régions de la planète. La fertilité des sols s'épuise, les précipitations sont devenues plus irrégulières et la population devrait plus que doubler d'ici 2050.

La bonne nouvelle est qu'au cours des 30 dernières années, un large éventail de pratiques de gestion des terres et de l'eau ont été développées par des agriculteurs innovateurs, soutenant les ONG et les chercheurs. De nombreuses réussites ont déjà été obtenues, petites et grandes.¹⁶⁶ Le défi consiste désormais à mieux intégrer

un certain nombre de pratiques de gestion éprouvées des terres et de l'eau - en particulier l'agroforesterie, la collecte des eaux de pluie, l'agriculture de conservation et la gestion intégrée de la fertilité des sols - et à déployer les succès en utilisant une approche paysagère à chaque fois que c'est possible.

Bien que les petits exploitants soient les acteurs clés de la mise en œuvre de ces pratiques, de nombreuses autres entités et organisations ont un rôle à jouer. Les gouvernements nationaux devraient créer des politiques visant à favoriser le développement agricole - sans oublier des lois en matière de jouissance et de propriété des terres - afin de sécuriser les droits des agriculteurs sur leurs terres et de faire en sorte qu'ils soient reconnus en tant que propriétaires des arbres présents sur l'exploitation. Les gouvernements devraient également créer des conditions favorables à l'investissement du secteur privé dans des approches basées sur le marché visant à renforcer les chaînes de valeur de l'agroforesterie. Les secteurs public et privé, en travaillant avec les communautés locales, les partenaires internationaux et les organisations d'aide au développement, peuvent participer à la mise à l'échelle de ces pratiques améliorées en investissant dans la gestion des connaissances, la communication et l'information, ce qui contribuerait à redresser la productivité agricole, à améliorer les conditions de vie en zone rurale et à assurer un avenir alimentaire durable.

L'expérience montre que l'amélioration de la gestion des terres et de l'eau peut améliorer la sécurité alimentaire et réduire la pauvreté, tout en contribuant à l'adaptation et à l'atténuation du changement climatique. Ces pratiques peuvent restaurer la productivité des terres agricoles dégradées et stimuler les rendements des cultures. Mais pour obtenir des gains à l'échelle nécessaire, il faudrait que des dizaines de millions de petits exploitants agricoles soient incités à investir leur main-d'œuvre et leurs ressources financières limitées dans ces pratiques.

ANNEXE 1 : CONDITIONS COURAMMENT OBSERVÉES AFFECTANT LE RENDEMENT DES CULTURES ET SOLUTIONS POSSIBLES¹⁶⁷

CONDITION	PROBLÈMES	CONSÉQUENCES	PRINCIPE	PRATIQUES
Épisodes pluvieux intenses (25-50 % du ruissellement des eaux de pluie)	Taux élevés de ruissellement des eaux de pluie	Humidité du sol réduite Érosion du sol augmentée	Capter la pluie lorsqu'elle tombe et lui permettre de s'infiltrer dans le sol	Collecte des eaux de pluie - cuvettes de plantation, cordons rocheux, bandes végétales, travail du sol en billon
Périodes de sécheresse prolongées entre deux épisodes pluvieux	Mouillage et séchage alternés de la zone racinaire	Faible germination Dépérissement des cultures Semences multiples Période de végétation raccourcie et rendements plus faibles des cultures	Concentrer le ruissellement dans les cuvettes de plantation Amender la matière organique du sol pour retenir les nutriments et l'humidité du sol dans la zone racinaire des cultures Appliquer une ombre partielle	Pratiques de collecte des eaux de pluie (ci-dessus) Agriculture de conservation pour conserver l'humidité du sol Appliquer des résidus de culture, du compost Agroforesterie pour ajouter de la matière organique dans le sol et ombrager les cultures
Sols pauvres en nutriments avec faible capacité à les retenir	Les cultures ont besoin d'engrais pour réagir de façon optimale Une grande partie de l'engrais appliqué est perdu par le ruissellement, la volatilisation, le lessivage, et ne bénéficie pas à la croissance des cultures	Rendements limités par le manque d'éléments nutritifs Les engrais ont une efficacité très limitée sur les sols dégradés et peuvent ne pas être économiquement viables	Augmenter les propriétés biophysiques du sol et maintenir ou améliorer la matière organique du sol (SOM) dans la zone racinaire	Utiliser les intrants organiques disponibles, appliquer une gestion intégrée de la fertilité des sols Développer des systèmes d'agroforesterie comme source d'intrants organiques
Sécheresse sévère	Échec de la culture de base, malgré les efforts d'atténuation	Perte de la source de subsistance principale	Diversifier l'économie des ménages, en particulier avec des cultures moins vulnérables à la sécheresse que les cultures pluviales annuelles de base	Développer trois cultures, Bétail, Irrigation (si possible)

NOTES DE FIN

Remarque : Sauf indication contraire, tous les dollars sont des dollars U.S.

1. Ces chiffres ont été légèrement ajustés à la hausse par rapport aux chiffres présentés dans le premier épisode de la série de documents de travail World Resources report (Searchinger et al. 2013) car l'UNDESA publié en juin 2013 (un mois après la sortie du premier épisode) a revu les projections démographiques à la hausse pour 2050. Nos chiffres ajustés dans le présent document de travail sont basés sur les estimations de la FAO quant aux besoins alimentaires en 2050 dans les données de base utilisées pour Alexandratos et Bruinsma (2012), ajustées par les estimations démographiques revues à la hausse récemment publiées par l'UNDESA, qui sont plus élevées que celles utilisées par l'étude Alexandratos et Bruinsma (2012), et encore ajustées pour garantir une disponibilité alimentaire minimale de 3 000 kcal par personne et par jour dans chaque région de la planète. Les chiffres représentent la production annuelle mondiale des cultures (mesurée en kcal), y compris toutes les cultures destinées à la consommation humaine directe, à l'alimentation animale, aux usages industriels, aux semences et aux biocarburants.
2. Cf. Searchinger et al. (2013).
3. Cf. National Research Council (2007).
4. Cf. Pingali et al. (2006) ; World Bank (Banque mondiale) (2008a) ; et National Research Council (2007).
5. Cf. National Research Council (2007). Un rapport préparé pour le WOCAT et modifié par Hanspeter et Critchley (2007) a noté que « plus d'un milliard de personnes sont engagées dans l'agriculture et environ 40 % de la population mondiale, soit plus de 2,5 millions de femmes, d'hommes et d'enfants, vit dans des foyers d'agriculteurs.
6. Cf. IFAD (2010).
7. FAO, WFP et IFAD (2012).
8. Cf. Searchinger et al. (2013). En s'appuyant sur les données de la FAO (2011), le WRI a calculé que tout juste moins de 50 % des terres de la planète, hors Antarctique, sont utilisées pour produire de la nourriture à l'exclusion des déserts, sols gelés permanents et eaux intérieures.
9. Cf. Foley et al. (2005), cité dans Searchinger et al. (2013).
10. Cf. FAO (2011), pp. 112-113.
11. Cf. National Research Council (2007).
12. Cf. Place et al. (2013).
13. Cf. Tan et al. (2005).
14. Cf. Noble (2012).
15. Cf. Eswaran et al. (2001), cité dans Place et al. (2013).
16. Cf. World Bank (Banque Mondiale) (2013). Par terre arides, nous faisons référence aux zones classées sur la base d'un indice d'aridité de 0,05 à 0,65, et intégrant les zones subhumides, semi-arides et arides. Nous ne faisons pas référence aux zones hyper-arides dont l'indice d'aridité est inférieur à 0,05, qui ne supportent aucune production agricole ou animale et sont très peu peuplées. Selon une récente analyse de la Banque Mondiale, les terres arides, incluant ces trois zones, couvrent environ 1,3 millions d'hectares soit presque 55 % de l'Afrique subsaharienne, et abritent quelque 390 millions de personnes soit environ 48 % de la population de la région. Les systèmes agricoles dominants dans les terres arides d'Afrique subsaharienne sont « agro-pastorales » et « maïs-mixte ».
17. Cf. Gnacadja (2013); Centre d'actualités de l'ONU, 26 mars 2012.
18. Cf. Eswaran et al. (2001).
19. Cf. The Montpellier Panel (2013).
20. Cf. Bunch (2011).
21. Cf. Hagblade, Hazell et Gabre-Madhin (2010).
22. Sauf indication contraire, la référence pour les points répertoriés est : The Montpellier Panel (2013).
23. Estimation de la FAO citée dans Searchinger et al. (2013b).
24. Cf. Searchinger et al. (2013b).
25. Cf. Searchinger et al. (2013b).
26. Cf. National Research Council (2007).
27. Cf. Rockstrom, Barron et Fox (2003).
28. Cf. Rockstrom (2000).
29. Cf. Rockstrom, Barron et Fox (2003).
30. Cf. Bationo et al. (2006). Comme le notent les auteurs, « Le stress hydrique du sol est peut-être la contrainte prépondérante à la production alimentaire dans la majorité de l'Afrique. Le stress hydrique n'est pas seulement lié à la faiblesse et à l'irrégularité des précipitations, mais également à la capacité du sol à retenir et à libérer l'humidité. Environ 10 % de sols d'Afrique affichent des capacités de retenue de l'humidité disponibles à très disponibles. La plupart des sols sont intrinsèquement pauvres en carbone organique (<20 à 30 mg/kg) et ont donc une faible capacité de retenue de l'humidité. Le développement des technologies d'agriculture de conservation avec un couvert de sol permanent sera très important pour la conservation de l'humidité des sols dans divers projets de la FAO ».
31. Cf. Bationo, Lompo et Koala (1998). Comme noté par les auteurs, « les sols Africains, notamment en Afrique de l'Ouest, sont très malmenés par les intempéries et très fragiles, et la plupart présentent une fertilité intrinsèque faible à modérée. Par le passé, lorsque la pression démographique était faible, les agriculteurs passaient d'un site cultivé à un site non cultivé avant qu'un important déclin du rendement des récoltes ne puisse s'installer. Les sols des champs avaient donc le temps de regagner en fertilité grâce au renouvellement naturel. Mais la rapide croissance démographique a entraîné une réduction des périodes de jachère. Une agriculture intensive et continue sans restauration de la fertilité du sol a épuisé la base de nutriments de la plupart des sols. Pour de nombreux systèmes agricoles de la région, les équilibres nutritifs négatifs démontrent que le sol est épuisé. Pour améliorer la situation alimentaire, la croissance agricole d'Afrique de l'Ouest doit reposer sur une meilleure productivité du sol plutôt que sur l'expansion d'une zone cultivée. La fertilité des sols dans l'agriculture intensive ne peut être préservée qu'à travers une gestion intégrée des éléments nutritifs des végétaux, avec un recyclage efficace des matières organiques telles que les résidus de récolte, le compost ou le fumier, combinées à des engrais minéraux et à la rotation avec des légumineuses. »
32. Cf. Breman et al. (2007).
33. Cf. Noble (2012).
34. Cf. Henao et Baanante (2006), cité dans Noble (2012).
35. Cf. Allison (1973).
36. Cf. Bationo, Lompo et Koala (1998).
37. Cf. Marenja et Barrett (2009).
38. Cf. Marenja et Barrett (2009).
39. Cf. Morris et al. (2007).
40. Cf. IFDC (2006).
41. Cf. Kelly (2006).
42. Cf. Searchinger et al. (2013b).
43. Cf. Ariga et Jayne (2009).
44. Cf. <www.wocat.net>.
45. Cf. Liniger et Critchley (2007).
46. Cf. World Bank (Banque Mondiale) (2008b) et Liniger et al. (2011). La gestion durable des terres (GDT) est définie comme « une procédure basée sur les connaissances qui aide à intégrer la gestion des terres, de l'eau, de la biodiversité et de l'environnement afin de satisfaire les

besoins croissants de nourriture et de fibres, tout en soutenant les services écosystémiques et les moyens de subsistance. La GDT cherche à éviter ou à inverser la dégradation des terres en ciblant des activités susceptibles de préserver et d'améliorer les capacités productives des terres arables, des forêts et des pâtures, à préserver l'intégrité des bassins hydrographiques et la capacité des couches aquifères à répondre aux besoins en matière d'approvisionnement en eau et autres usages. Les services écosystémiques désignent les bénéfices que les gens retirent des écosystèmes, tels que les services d'approvisionnement (nourriture, eau, bois, fibre), de régulation (qui touchent au climat, inondations, maladies, gaspillage, qualité de l'eau), et les services culturels et autres supports (qui fournissent des divertissements et autres avantages, et soutiennent la formation des sols, le cycle des éléments nutritifs et la photosynthèse). Les populations dépendent fondamentalement du flux des services écosystémiques. »

47. Cf. National Research Council (2007).
48. Cf. Liniger et Critchley (2007).
49. Cf. Reij (2012).
50. Sources pour l'encadré sur Yacouba Sawadogo : Sawadogo et al. (2001), Kabore et Reij (2004).
51. Cf. Haggblade, Tembo et al. (2010).
52. Communication personnelle : fermiers Dan Saga au cours d'un atelier à Ouagadougou en octobre 2012.
53. Cf. Critchley (2010).
54. Cf. Critchley (2010).
55. Cf. Reij, Tappan et Smale (2009).
56. Cf. Tappan (2012).
57. Comm. personnelle Trent Bunderson, Directeur exécutif, Total Land Care, Juin 14-15 2012.
58. Cf. Garrity et al. (2010).
59. Le lien suivant ouvre un documentaire sur un jeune système d'agroforesterie complexe au Brésil, créé de toutes pièces : <http://www.youtube.com/watch?v=s1Tkqy_cUUG>.
60. Cf. Felker (1978).
61. Cf. Shitumbanuma (2012).
62. Cf. Bunderson (2012).
63. Cf. Akinnifesi et al. (2010); Sileshi et al. (2010).
64. Cf. Snapp et al. (1998); Akinnifesi et al. (2008).
65. Cf. Akinnifesi et al. (2007); Makumba et al. (2006).
66. Cf. Akinnifesi et al. (2009).
67. Cf. Akinnifesi et al. (2009).
68. Cf. Dossa (2007), cité dans National Research Council (2007).
69. Cf. Dossa (2006).
70. Cf. Dossa et al. (2012).
71. Cf. Caldwell et al. (1998); Kizito et al. (2009).
72. Cf. Diedhiou (2007); Dick (2008); Kizito et al. (2012).
73. Cf. Dossa (2006); Diedhiou (2007).
74. Cf. Dick (2008).
75. Cf. Diedhiou-Sall et al. (2013).
76. Cf. Diedhiou-Sall et al. (2013).
77. Cf. Reij, Tappan et Belemvire (2005); Botoni et Reij (2009); Reij, Tappan et Smale (2009).
78. Cf. Tropical Forages (n.d.).
79. Cf. Tropical Forages (n.d.).
80. Cf. Yamba et Sambo (2012).
81. Cf. Yamba (2006); Larwanou et al. (2008).
82. Cf. FAO (2012).
83. Cf. FAO (2013).
84. Cf. Huggins et Reganold (2008).
85. Cf. Huggins et Reganold (2008).
86. Cf. Huggins et Reganold (2008).
87. Cf. Derpsch et Friedrich (2009).
88. Cf. Williams et Fritschel (2012).
89. Cf. FAO (2013).
90. Cf. World Bank (Banque Mondiale) (2012).
91. Cf. Derpsch et Friedrich (2009).
92. Cf. Derpsch et Friedrich (2009).
93. Cf. Derpsch et Friedrich (2009).
94. Cf. Williams et Fritschel (2012).
95. Cf. Williams et Fritschel (2012).
96. Cf. Williams et Fritschel (2012).
97. Cf. Liniger et Critchley (2007) et Liniger et al. (2011) pour une discussion sur les contraintes à l'adoption d'une agriculture de conservation par les petits exploitants en Afrique subsaharienne. Cf. également Giller et al. (2009).
98. Cf. Umar et al. (2011).
99. Cf. Umar (2012).
100. Cf. par exemple : <<http://www.thewaterchannel.tv/en/videos/categories/viewvideo/1700/agriculture/conservation-agriculture>>.
101. Cf. Thierfelder (2012).
102. Cf. Bunderson (2012).
103. Cf. Bunderson (2012).
104. Cf. par exemple World Bank Institute (2012).
105. Cf. Thierfelder et Wall (2012).
106. Cf. Thierfelder (2012).
107. Cf. Rockstrom, Barron et Fox (2003).
108. Cf. WOCAT et IFAD (2013), et Critchley et Gowing (2012).
109. Cf. Botoni et Reij (2009).
110. Cf. Hassane, Martin et Reij (2000).
111. Cf. Sawadogo (2006).
112. Hassane et al. (2000) montre que l'amélioration des rendements générée par la collecte des eaux de pluie peut varier de 500 à 1 000 kg/ha, en fonction d'autres facteurs tels que la fertilité des sols. Sawadogo (2013) a montré que les fermes du Burkina Faso utilisant les techniques de collecte des eaux de pluie connaissaient une augmentation de 50 à 100 % de leurs rendements, avec des terres cultivées adjacentes n'utilisant pas les techniques de collecte. Un nombre croissant d'agriculteurs du Sahel ont utilisé les techniques de collecte des eaux de pluie pour réhabiliter des terres qui étaient improductives depuis plusieurs générations. Dans les régions proches de Tahoua, au Niger, ils ont pu convertir des terres à très faible potentiel productif (en termes de rendements mais également en termes de prix des terres). Mazvimavi et al. (2008) a montré que la collecte des eaux de pluie, combinée avec l'agriculture de conservation, augmentait les rendements par hectare de 50 % en moyenne sur les neuf districts du Zimbabwe.
113. Cf. Sawadogo (2006) et Zougmore et al. (2004).
114. Cf. Doumbia (2010).
115. Cf. Doumbia et al. (2008); Kizito et al. (2008).
116. Reij, C. Communication personnelle. Membre émérite, WRI. Juillet 2012.
117. Cf. Mazvimavi et al. (2008). Les marges brutes ont été mesurées en dollars/hectare et le retour sur effectif en dollars/jour. Les données sont issues des neuf districts du Zimbabwe, représentant des zones très, moyennement et faiblement pluvieuses.
118. Cf. Mazvimavi et al. (2008). Les marges brutes ont été mesurées en dollars/hectare et le retour sur effectif en dollars/jour. Les données sont issues des neuf districts du Zimbabwe, représentant des zones très, moyennement et faiblement pluvieuses.
119. Cf. Hayashi et al. (2008); Tabo et al. (2007); Bationo (2008); Sanginga et Woormer (2009a); Sanginga et Woormer (2009b).

120. Il faut également noter que le micro-dosage ne peut pas soutenir le plein développement des marchés des intrants agricoles, et cela peut réduire sa contribution à long terme à la réduction de l'épuisement des sols en éléments nutritifs. Par exemple, à moins que les marchés des engrais ne se développent face à la demande accrue des agriculteurs, les prix en Afrique subsaharienne pourraient rester relativement élevés pour d'autres régions du monde.
121. Voir Aune et Bationo (2008); Vanlauwe et al. (2010).
122. Cf. Sawadogo (2012).
123. Cf. Sanders et Ouendeba (2012). John H. Sanders, Purdue University et Botorou Ouendeba, INTSORMIL, Niger
124. Cf. Aune et Bationo (2008) ; Breman et al. (2001).
125. Voir IFDC (2005) ; Vanlauwe (2010).
126. Cf. Sedogo (1993) ; Bationo et al. (1998).
127. L'application de matière organique à ce prix n'est pas faisable pour la plupart des petits exploitants, qui manquent de ressources pour le bétail, le fourrage et les pâturages, et doivent gérer la concurrence pour l'utilisation des résidus de cultures. En outre, la collecte et le transport de telles quantités de matière organique sous forme de fumier, compost ou résidus de culture mettent la plupart des petits exploitants face à des défis supplémentaires. Toutefois, la densité accrue des espèces d'agroforesterie sur les terres arables est un moyen relativement abordable et réalisable pour les petits exploitants, qui peuvent ainsi augmenter la quantité de matière organique directement disponible pour régénérer les sols.
128. Cf. Sedogo (1993) ; Mando et al. (2005).
129. Cf. IFDC (2011).
130. Cf. IFDC (2012).
131. Les revenus sont basés sur les prix du marché local en 2012, qui étaient en moyenne de 0,37 dollars/kg. Le prix du maïs sur le marché local d'Afrique Centrale peut aller de 0,25 dollars à 0,45 dollars/kg, en partie à cause des prix bas juste après la récolte et qui augmentent à mesure que les approvisionnements diminuent et que les gouvernements fournissent une aide aux prix planchers. Comm. pers., 2013, Debbie Hellums, IFDC.
132. Cf. IFDC (2012).
133. Cf. Ranganathan et al. (2008).
134. Cf. Bailey et Buck (2013) ; Sayer (2013) ; Scherr et McNeely (2008).
135. Cf. EcoAgriculture Partners (2013).
136. Cf. site Web Landscapes for People, Food and Nature : <<http://landscapes.ecoagriculture.org/>>.
137. Cf. Scherr et al. (2012).
138. Cf. Site Web du GPFLR : <<http://www.forestlandscaperestoration.org/>>.
139. Cf. site Web Landscapes for People, Food and Nature : <<http://landscapes.ecoagriculture.org/>>.
140. Cf. Reij, Tappan et Smale (2009) ; Reij, Tappan et Belemvire (2005) ; Hassane, Martin et Reij (2000) ; et Reij (1983).
141. Cf. Hassane, Martin et Reij (2000) et Reij (1983).
142. Cf. Hassane, Martin et Reij (2000) ; Hassane et Yamba (2013).
143. Cf. World Resources Institute et al. (2008).
144. Cf. UNDP (2013).
145. La plage de pluviosité de 400 à 1 000 mm correspond au régime pluviométrique des espèces d'agroforesterie telles que *Faidherbia albida*, et à la pluviosité observée dans les cas réussis de mise à l'échelle des pratiques améliorées de gestion des terres et de l'eau décrits dans le présent document.
146. Basé sur l'analyse et le calcul d'un système d'information géographique du World Resources Institute. La superficie de terre totale dans la plage de pluviosité de 400 à 1 000 mm est de 762 Mha. Si l'on exclut les zones protégées, les zones humides et les terres rocheuses et non arables, la superficie cultivable est de 319 Mha. Nous avons émis l'hypothèse que les rendements céréaliers moyens (millet, sorgho et maïs principalement) étaient de 600 kg/ha. Ainsi, une augmentation de 50 % correspond à 900 kg/ha, soit 300 kg/ha de plus sur 75 Mha (25 % de 300 Mha), ce qui correspond à 22,5 millions de tonnes. Nous émettons l'hypothèse d'un rendement de 2,9 millions de kcal/tonne de céréales (par ex. maïs, sorgho). Ainsi, 2,9 millions de kcal/tonne x 22 millions de tonnes produisent 64 trillions de kcal de nourriture. Une augmentation de 50 % de la production est modérée lorsque l'on sait que les données montrent des hausses de 100 à plus de 200 % des rendements avec ces pratiques.
147. Dans une estimation modérée, nous émettons l'hypothèse que 25 % des agriculteurs de cette zone adopteraient et appliqueraient ces pratiques.
148. Les chefs de gouvernement d'un certain nombre de pays ont exprimé un vif intérêt dans la capitalisation de la potentielle EverGreen Agriculture, notamment : Sénégal, Mali, Burkina Faso, Ghana, Niger, Nigeria, Tchad, Soudan du Sud, Éthiopie, Ouganda, Kenya, Rwanda, Burundi, Tanzanie, Malawi, Zambie et Zimbabwe. Comm. pers. 2013, Dennis Garrity, ICRAF. Pour en savoir plus, visiter : <<http://www.wri.org/event/2013/05/natural-resource-management-and-food-security-growing-population>>.
149. Cf. Reyes (2011).
150. Cf. Quisumbing (2003).
151. Cf. De Sarkar (2011).
152. Cf. Kanesathasan (2012).
153. Cf. Hassane, Martin et Reij (2000) ; Hassane et Yamba (2013).
154. Cf. Nasr et al. (2001).
155. Cahiers du GREP, Mai 2013
156. Cf. : <<http://insights.wri.org/news/2013/08/burkina-faso-farmers-lead-way-food-security-and-climate-change-resilience>>.
157. Cf. Pye-Smith (2013), et communication personnelle avec les villageois de Dan Saga, 2012.
158. Cf. Marenja et Barrett (2009).
159. Cf. Kelly (2006).
160. Cf. African and Latin American Resilience to Climate Change (2013).
161. Cf. Winterbottom (2013).
162. Cf. LPFN (2013).
163. Cf. Morris et al. (2007).
164. Cf. USAID (2013).
165. Cf. Reij, Tappan et Belemvire (2005).
166. Cf. Reij et Smaling (2007) ; Spielman et Pandya-Lorch (2010) ; Hagblade et Hazell (2010).
167. Compilé par Mike McGahuey, spécialiste en gestion des ressources naturelles à l'USAID, utilisant des informations issues du Recueil de citations sur les sols africains, préparé pour le groupe pour l'agriculture intelligente face au climat de l'USAID, Washington, DC (McGahuey 2013).

RÉFÉRENCES

- African and Latin American Resilience to Climate Change. 2013. *Malawi Vulnerability Assessment Final Report*. Rapport préliminaire pour l'USAID, Washington, D.C.
- Akinnifesi, F.K., O.C. Ajayi, G. Sileshi, P.W. Chi^a et J. Chianu. 2010. «Fertilizer trees for sustainable food security in the maize-based production systems of East and Southern Africa: a review.» *Agronomy for Sustainable Development* 30 (3): 615-629.
- Akinnifesi, F. K., W. Makumba, G.W. Sileshi et O.C. Ajayi. 2009. "Farmer participatory assessment of two researcher-managed fertilizer tree systems" in Southern Malawi." *African Journal of Agricultural Research* 4 (4): 269-277.
- Akinnifesi, F.K., G. Sileshi, O.C. Ajayi, P.W. Chirwa, F. Kwesiga et R. Harawa. 2008. "Contributions of agroforestry research to livelihood of smallholder farmers in Southern Africa: 1. Taking stock of the adaptation, adoption, and impact of fertilizer tree options." *Agricultural Journal* 3 (1) 58-75.
- Akinnifesi, F.K., O.C. Ajayi, G. Sileshi, I. Kadzere et A.I. Akinnifesi. 2007. "Domesticating and commercializing indigenous fruit and nut tree crops for food security and income generation in Sub-Saharan Africa." Document présenté lors du New Crops International Symposium, 3-4 septembre 2007, Southampton, Royaume-Uni.
- Alexandratos, N. et J. Bruinsma. 2012. *World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision*. Rome: FAO.
- Allison, F.E. 1973. *Soil Organic Matter and Its Role in Crop Production*. New York: Elsevier.
- Ariga, J., et T.S. Jayne. 2009. "Unlocking the Market: Fertilizer and maize in Kenya." In D.J. Spielman et R. Pandya-Lorch. *Millions Fed: proven successes in agricultural development*. Washington, DC : International Food Policy Research Institute.
- Aune, J., et A. Bationo. 2008. «Agricultural intensification in the Sahel - The ladder approach.» *Agricultural Systems* 98 (2): 119-125.
- Bailey, I., et L.E. Buck. 2013. "Managing for Resilience: Exploring a landscape approach for improving food and livelihood security." Document de discussion. Washington, D.C. : EcoAgriculture Partners.
- Bationo, A., A. Hartemink, O. Lungu, M. Miami, P. Okoth, E. Smaling et al. 2006. «African Soils: Their Productivity and Profitability of Fertilizer Use.» Background Paper for the African Fertilizer Summit, Abuja, Nigeria, June 13, 2006.
- Bationo, A., S.P. Wani, C. Bielders, P.L.G. Vlek et A.U. Mokwunye. 2000. «Crop Residue and Fertilizer Management to Improve Soil Organic Carbon Content, Soil Quality and Productivity in the Desert Margins of West Africa,» IN *Global Climate Change and Tropical Ecosystems*, pp.117-145, R.Lal, J.M. Kimble et B.A. Stewart (Eds.)
- Bationo, A., F. Lompo et S. Koala. 1998. «Research on nutrient Flows and balances in west Africa: state-of-the-art.» *Agriculture, Ecosystems and Environment* 71 (1998) 19-35.
- Beddington, J., et al. 2012. *Achieving food security in the face of climate change: Final report from the Commission on Sustainable Agriculture and Climate Change*. Copenhagen, Danemark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Accessible sur : <www.ccafs.cgiar.org/ commission>.
- Botoni, E., et C. Reij. 2009. "La transformation silencieuse de l'environnement et des systèmes de production au Sahel: Impacts des investissements publics et privés dans la gestion des ressources naturelles." Ouagadougou, Burkina Faso et Amsterdam: Comité Permanent Inter-États pour la Lutte contre la Sécheresse au Sahel et Vrije Universiteit Amsterdam.
- Braimoh, A., et P. Vlek, eds. 2007. *Land use and soil resources*. Tokyo: Springer Media B.V.
- Breman, H., et al. 2007. "The Lesson of Drente's 'Essen': Soil nutrient depletion in Sub-Saharan Africa and Management Strategies for Soil Replenishment." In A. Braimoh et al., eds. *Land use and soil resources*. Tokyo: Springer Media B.V.
- Breman, H., J. Rob Groot et H. van Keulen. 2001. "Resource limitations in Sahelian agriculture." *Global Environmental Change* 11 (2001) 59-68.
- Bridges, E. et al. 1999. «Responses to Land Degradation.» Proc. 2ème conférence internationale sur la dégradation des terres et la désertification, Khon Kaen, Thaïlande, 25-29 janvier 1999. New Delhi: Oxford Press.
- Bunch, R. 2011. «Africa's soil fertility crisis and the coming famine.» In State of the World 2011. *Innovations that nourish the planet*. New York: W.W. Norton & Company.
- Bunderson, W.T., Z.D. Jere, I.M. Hayes et H.S.K. Phombeya. 2002. LandCare Practices in Malawi. Malawi Agroforestry Extension Project, Publication No. 41, Lilongwe, Malawi.
- Bunderson, W. T. 2012. "Faidherbia albida: the Malawi experience." Lilongwe, Malawi: Total LandCare.
- Bunderson, W.T., Z. Jere, J. Chisui, R. Museka, P. Wall, A. Ngwira et C. Mwale. 2012. "Integrating Agroforestry with Conservation Agriculture in Malawi: experiences of Total LandCare." Lilongwe, Malawi: Total LandCare.
- Caldwell, M.M., T.E. Dawson et J.H. Richards. 1998. "Hydraulic lift: water efflux from upper roots improves effectiveness of water uptake by deep roots." *Oecologia* 79: 1-5.
- Craswell, E.T. et P.L.G. Vlek. 1982. "Nitrogen Management for Submerged Rice Soils." In *Symposium on Submerged Rice Soils and Their Management*, 12th International Congress of Soil Science, New Delhi, 3:158-181.
- Critchley, William. 2010. *More people, more trees: environmental recovery in Africa*. Rugby, Royaume-Uni: Practical Action Publishing.
- Critchley, W., et J. Gowing, eds. 2012. *Water Harvesting in Sub-Saharan Africa*. Londres: Routledge.
- De Sarkar, S. 2011. "Gendering joint forest management." *IUCN Arbor Vitae* Issue 43: 10.
- Derpsch, R., et T. Friedrich. 2009a. „Global Overview of Conservation Agriculture, No-till adoption.“ Présentation au 4ème congrès mondial sur l'agriculture de conservation, New Delhi, Inde.

Derpsch, R., et T. Friedrich. 2009b. „Development and Current Status of No-till Adoption in the World.“ Actions sur CD, 18ème conférence triennale de l'International Soil Tillage Research Organization (ISTRO), 15-19 juin 2009, Izmir, Turquie.

Dick, Richard P. 2008. «Soil Microorganisms the final arbitrators: can they be managed to optimize carbon sequestration in semi-stable soil pools?» Présentation au Symposium international sur le changement climatique et la sécurité alimentaire en Asie du Sud, 25-29 juillet 2008, Dhaka, Bangladesh.

Diedhiou-Sall, S., E. L. Dossa, I. Diedhiou, A. N. Badiane, K. B. Assigbetse, S.A.N. Samba, M. Khouma, M. Sene et R.P. Dick. 2013. «Microbiology and macrofaunal activity in soil beneath shrub canopies during residue decomposition in agroecosystems of the Sahel.» *Soil Science Society of America* 77 (2): 501-511.

Dossa, E.L., I. Diedhiou, M. Khouma, M. Sene, A. Lufafa, F. Kizito, S.A.N. Samba, A. N. Badiane, S. Diedhiou et R.P. Dick. 2012. “Crop productivity and nutrient dynamics in a shrub (*Guiera senegalensis*)-based farming system of the Sahel.” *Agronomy* 104 (5): 1255-1264.

Dossa, E. 2006. “An Abstract of the Dissertation of Ekwe L. Dossa.” Accessible sur : <<http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/3806/Ekwe'sThesis.pdf?sequence=1>>.

Dossa, E. 2007. «The Biogeochemistry of Nitrogen and Phosphorus Cycling in Native Shrub Ecosystems in Senegal.» Ph.D. Dissertation. Corvallis, OR: Oregon State University.

Doumbia, M. 2010. «Conservation agriculture in the Sahelian region of West Africa.» Bamako, Mali: Institut d'Économie Rurale. Accessible sur : <http://www.fondation-farm.org/zoe/doc/conf2010_presentation05_mdoumbia.pdf>.

Doumbia, M., A. Jarju, M. Sene, K. Traore, R. Yost, R. Kablan, K. Brannan, A. Berthe, C. Yamoah, A. Querido, P. Traore et A. Ballo. 2008. «Sequestration of organic carbon in West African soils by *Aménagement en Courbes de Niveau*.” *Agronomy for Sustainable Development*.

EcoAgriculture Partners. 2013. *Reported Impacts of 23 Integrated Landscape Initiatives*. Washington, DC : EcoAgriculture Partners on behalf of the Landscapes for People, Food and Nature Initiative.

Eswaran, H., et al. 2001. “Land degradation: an overview.” In E. Bridges et al., eds. *Responses to Land Degradation*. Proc. 2ème conférence internationale sur la dégradation des terres et la désertification, Khon Kaen, Thaïlande, 25-29 janvier 1999. New Delhi: Oxford Press.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). 2011. *The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) -managing systems at risk*. Rome et London: FAO et Earthscan.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). 2012. “Conservation Agriculture.” Accessible sur : <www.fao.org/ag/ca/index.html>.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). 2013a. *Climate-Smart Agriculture Sourcebook*. Rome: FAO.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). 2013b. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization, Rome, Italie. Accessible sur : <<http://www.faostat.fao.org/site/575>> et <<http://faostat.fao.org/site/377>>. (Accédé octobre 9, 2013.)

FAO, WFP et IFAD (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Programme alimentaire mondial et Fonds international pour le développement agricole). 2012. *The State of Food Insecurity in the World 2012*. Rome: FAO.

Feed the Future. 2012. “Feed the Future Helps Scale-Up Ridge Tillage in Mali.” Accessible sur : <<http://www.feedthefuture.gov/article/feed-future-helps-scale-ridge-tillage-mali>>.

Felker, P. 1978. «State of the art: Acacia alba as a complementary intercrop with annual crops.» USAID Information Services. Washington: USAID.

Foley, J., 2011. «Can We Feed the World and Sustain the Planet?» *Scientific American* Nov 2011: 60-65.

Foley, J. A., R. DeFries, G. P. Asner, C. Barford, G. Bonan, S. R. Carpenter, F. S. Chapin, M. T. Coe, G. C. Daily, H. K. Gibbs, J. H. Helkowski, T. Holloway, E. A. Howard, C. J. Kucharik, C. Monfreda, J. A. Patz, I. C. Prentice, N. Ramankutty et P. K. Snyder. 2005. “Global Consequences of Land Use.” *Science* 309:570-574.

Garrity, D.P., F. Akinnifesi, O.C. Ajayi, S.G. Weldesemayat, J.G. Mowo, A. Kalinganire, M. Larwanou et J. Bayala. 2010. «Evergreen Agriculture: a robust approach to sustainable food security in Africa.» *Food Security* 2: 197-214.

Garrity, D.P., 2004. “Agroforestry and the achievement of the Millennium Development Goals.” *Agroforestry Systems* 61: 5-17.

Giller, K. E., E. Witter, M. Corbeels et P. Tittonell. 2009. “Conservation Agriculture and smallholder farming in Africa: the heretics' view.” *Field Crops Research* 114 (2009) 23-34.

Gnacadjia, L. 2013. “Excerpts from keynote speech by the UNCCD Executive Secretary at the World Forests Summit, Stockholm, Sweden.” IDN-InDepth-News, March 20, 2013.

Hagblade, S., G. Tembo, D. Kabore, C. Reij, O.C. Ajayi, S. Franzel, P. Mafongoya et F. Place. 2010. «Sustainable Soil Fertility Management Systems.» In S. Hagblade et P.B.R. Hazell, eds. *Successes in African Agriculture: lessons for the future*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.

Hagblade, S., et P.B.R. Hazell. 2010. *Successes in African Agriculture: lessons for the future*. International Food Policy Research Institute. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.

Hagblade, S., P.B.R. Hazell et E. Gabre-Madhin. 2010. “Challenges for African Agriculture.” In S. Hagblade et P.B.R. Hazell, eds. *Successes in African Agriculture; lessons for the future*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.

Hassane, A., et B. Yamba. 2013. *Dynamique des exploitations agricoles en matière de collecte des eaux pluviales dans le Département d'Illela, Région de Tahoua, République du Niger*. Report for the International fund for Agricultural Development.

Hassane, A., P. Martin et C. Reij. 2000. *Water harvesting, land rehabilitation and household food security in Niger: IFADs soil and water conservation project in Illela District*. Rome et Amsterdam: Fonds international pour le développement agricole et Vrije Universiteit.

Hayashi, K., T. Abdoulaye, B. Gerard et A. Bationo. 2008. «Evaluation of application timing in fertilizer micro-dosing technology in millet production in Niger, West Africa.» *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 80: 257-265.

- Henao, J., et C. A. Baanante. 2006. «Agricultural production and soil nutrient mining in Africa: implications for resource conservation and policy development.» Technical Bulletin T-72. Muscle Shoals, Alabama: International Center for Soil Fertility and Agricultural Development. Cité dans A. Noble. 2012. *The Slumbering Giant: land and water degradation*. Canberra, Australia: Crawford Fund Proceedings.
- Hengl, T., et H. Reuter. 2009. "Topsoil organic carbon based on the HWSD [Data file]." ISRIC World Soil Information. Accessible sur : <<http://worldgrids.org/doku.php?id=wiki:tochws>>. (5 mai 2013).
- Huggins, D.R., et J.P. Reganold. 2008. «No-till: the Quiet Revolution.» *Scientific American* July 2008: 70-77.
- IED Afrique et World Vision. 2013. « Régénération Naturelle Assistée pour reverdir les terres de cultures. » Cahiers du GREP no.7.
- IFAD (International Fund for Agricultural Development). 2010. «Rural Poverty Report 2011: Overview.» Rome et Washington, DC: International Fund for Agricultural Development and World Bank.
- IFDC (International Fertilizer Development Center). 2005. «Development and Dissemination of Sustainable Integrated Soil Fertility Management Practices for Smallholder Farmers in Sub-Saharan Africa» Technical Bulletin T-71. Muscle Shoals, AL: International Fertilizer Development Center.
- IFDC. 2011. «Strategic Alliance for Agricultural Development in Africa (SAADA) End of Project Report.» Accessible sur : <www.ifdc.org>.
- IFDC. 2012. «Catalyze Accelerated Agricultural Intensification for Social and Environmental Stability.» Project Summary. Accessible sur : <www.ifdc.org>.
- IFDC. 2013. «APPI Gross Margin Survey: FDP's Yield and Financial Benefits Proven,» IN IFDC Report Vol. 38 No. 2. Accessible sur : <www.ifdc.org>.
- Kablan, R., R. Yost, K. Brannan, M. Doumbia, K. Traore, A. Yorote, Y. Toloba, S. Sissoo, O. Samake, M. Vaksman, L. Dioni et M. Sissoko. 2008. «Aménagement en courbes de niveau increasing rainfall capture, storage and drainage in soils of Mali.» *Arid Land Res. Manag.* 22: 62-80.
- Kabore, D., et C. Reij. 2004. "The emergence and spreading of an improved traditional soil and water conservation practice in Burkina Faso." IFPRI EPTD Document de discussion N°114. Washington, DC : IFPRI.
- Kanesathasan, A. 2012. "Cultivating Women's Participation: strategies for gender-responsive agricultural programming." Technical Brief. Washington, DC : International Center for Research on Women.
- Kelly, V. 2006. "Factors Affecting Demand for Fertilizer in Sub-Saharan Africa." Agriculture and Rural Development Discussion Paper 23. Washington, DC : Banque Mondiale.
- Kizito, F., M.I. Dragilam, M. Sene, J.R. Brooks, F.C. Meinzer, I. Diedhiou, M. Diouf, A. Lufafa, R.P. Dick, J. Selker et R. Cuenca. 2012. "Hydraulic redistribution by two semi-arid shrub species: implications for Sahelian agroecosystems." *Journal of Arid Environments* 83: 69-77.
- Lal, R. 2006. "Enhancing crop yields in developing countries through restoration of soil organic carbon pool in agricultural lands." *Land Degrad. et Dev.* 17: 197-209.
- Lal, R. 2007. "Constraints to adopting no-till farming in developing countries." *Soil Tillage Res.* 94: 1-3.
- Larwanou, M., et T. Adam. 2008. «Impacts de la régénération naturelle assistée au Niger: Étude de quelques cas dans les Régions de Maradi et Zinder.» Synthèse de 11 mémoires d'étudiants de 3ème cycle de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger. Photocopie.
- Liniger, H.P., R. Mekdaschi Studer, C. Hauert et 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). Rome: FAO.
- Liniger, H., et W. Critchley. 2007. *Where the Land is Greener*. Bern, Suisse : CTA, FAO, UNEP, CDE pour le compte du World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT).
- LPFN. 2013. « A Call to Action. Landscapes for People, Food and Nature.» Accessible sur : <http://landscapes.ecoagriculture.org/action_and_advocacy/lpfn_action_call>.
- Lufafa, A., I. Diedhiou, S. Samba, M. Sene, M. Khouma, F. Kizito, R.P. Dick, E. Dossa et J. Noller. 2008. « Carbon stocks and patterns in native shrub communities of Senegal's Peanut Basin. » *Geoderma* 146 (2008) 75-82.
- Makumba, W., B. Janssen, O. Oenema et F.K. Akinnifesi. 2006. "Influence of time of application on the performance of gliricidia prunings as a source of N for maize." *Expi Agric* 42 : 51-63.
- Mando, A., M. P. Sedogo et L. Stroosnijder. 2005. «Long-Term Effect of the Application of Organic Resource of Contrasting Quality and Tillage on Soil Carbon and Nutrients Content Under Sudano-Sahelian Conditions.» *Soil Tillage Res* 80:95-101.
- Marenja, P., et C.B. Barrett. 2009. "Soil quality and fertilizer use rates among smallholder farmers in western Kenya." *Agricultural Economics* 40(5): 561-572.
- Mazvimavi, D., Z. Hoko, L. Jonker, I. Nhapi et A. Senzanje. 2008. "Integrated Water Resources Management: From Concept to Practice." Editorial. *Journal of the Physics and Chemistry of the Earth* 33: 609-613.
- McGahuey, M. 2013. "Compendium of Citations on African Soils." Document de travail préparé pour le groupe pour l'agriculture intelligente face au climat USAID, Washington, D.C.
- Milder, J.C., A.K. Hart, P. Dobie, J. Minai et C. Zaleski. 2012. «Integrated Landscape Initiatives: An Emerging Paradigm for African Agriculture, Development, and Conservation.» Washington, DC : USAID, EcoAgriculture Partners, World Agroforestry Centre et TerrAfrica.
- The Montpellier Panel. 2013. *Sustainable Intensification: A New Paradigm for African Agriculture*. Londres: Agriculture for Impact, Imperial College.
- Morris, M., et al. 2007. "Fertilizer Use in African Agriculture: lessons learned and good practice guidelines." Agriculture and Rural Development. Washington, DC : Banque Mondiale.
- Nair, P.K.R. 1993. *An Introduction to Agroforestry*. Dordrecht, Pays-Bas : Kluwer Academic Publishers, en coopération avec l'ICRAF.
- Nasr, N., E.A. Hdadi et A. Ben Ayed. 2001. «A bridge between local innovation, development and research: the regional radio of Gafsa, Tunisia.» In C. Reij et A. Waters-Bayer, eds. *Farmer Innovation in Africa: a source of inspiration for agricultural development*. Londres: Earthscan Publications.

National Research Council. 2007. *Emerging Technologies to Benefit Farmers in Sub-Saharan Africa and South Asia*. Washington, DC : National Academy of Sciences.

Noble, A. 2012. *The Slumbering Giant: land and water degradation*. Canberra, Australie: Crawford Fund Proceedings

Pingali, P., et al. 2006. *Eradicating extreme poverty and hunger: toward a coherent policy agenda*. Rome et Washington: FAO et Banque Mondiale.

Place, F., et al. 2013. «Food security and sustainable resource use - what are the resource challenges to food security?» Document de base de la conférence Food Security Futures: Research Priorities for the 21st Century, 11-12 avril 2013, Dublin, Irlande.

Pye-Smith, C. 2013. «The Quiet Revolution: how Niger's farmers are re-greening the croplands of the Sahel.» World Agroforestry Center (ICRAF), Trees for Change No.12. Nairobi: World Agroforestry Center.

Quisumbing, A.R. 2003. *Household decisions, gender and development a synthesis of recent research*. Washington, DC : International Food Policy Research Institute.

Ranganathan, J., et al. 2008. *Ecosystem Services: A Guide for Decision Makers*. Washington, DC : World Resources Institute.

Reij, C. 1983. *L'évolution de la lutte anti-érosive en Haute Volta: vers une approche participative*. Amsterdam : Vrije Universiteit Amsterdam, Institute for Environmental Studies.

Reij, C. 2012. «Evidence of Success.» *Farming Matters* Décembre 2012 : 14-17.

Reij, C., et E.M.A. Smaling. 2007. «Analyzing successes in agriculture and land management in Sub-Saharan Africa: is macro-level gloom obscuring positive micro-level change?» *Land Use Policy* 25 (3): 410-420.

Reij, C., F. Landsberg et R. Winterbottom. 2013. "Burkina Faso Farmers Lead the Way on Food Security and Climate Change Resilience." *WRI Insights*. Accessible sur : <<http://insights.wri.org/news/2013/08/burkina-faso-farmers-lead-way-food-security-and-climate-change-resilience>>.

Reij, C., G. Tappan et M. Smale. 2009. «Agroenvironmental Transformation in the Sahel: Another Kind of 'Green Revolution.'» Washington, DC : International Food Policy Research Institute.

Reij, C., G.Tappan et A.Belemvire. 2005. "Changing land management practices and vegetation on the Central Plateau of Burkina Faso (1968-2002)." *Journal of Arid Environments* 63 (3): 642-659.

Reij, C., et A. Waters-Bayer. 2001. *Farmer Innovation in Africa: a source of inspiration for agricultural development*. Londres: Earthscan Publications.

Reyes, T. 2011. "Gender and farming in Tanzania." IUCN Arbor Vitae Issue 43: 7.

Rockstrom, J., et M. Falkenmark. 2000. "Semi-arid crop production from a hydrological perspective: gap between potential and actual yields." *Crit. Rev. Plant Sci.* 19 (4): 319-346.

Rockström, J., J. Barron et P. Fox. 2003. «Water Productivity in Rainfed Agriculture: Challenges and Opportunities for Smallholders in Drought-prone Tropical Agroecosystems.» In J.W. Kijne, R. Barker et D. Molden, eds. *Water productivity for agriculture: Limits and opportunities for improvements*. Londres: CAB International.

Sanders, J.H., et B. Ouendeba. 2012. «Intensive Production of Millet and Sorghum for Evolving Markets in the Sahel.» Working paper produced for USAID-funded INTSORMIL CRSP.

Sanginga, N., et P.L. Woomer. 2009a. *Integrated soil fertility management in Africa: principles, practices and developmental process*. Nairobi, Kenya: Tropical Soil Biology and Fertility Institute of the International Centre for Tropical Agriculture.

Sanginga, N., et P.L. Woomer. 2009b. "A manual on integrated soil fertility management in Africa." Document présenté lors de l'African Crop Science Society Conference, Cape Town, Afrique du Sud. 25 septembre-1 octobre 2009.

Sawadogo, H. 2006. "Fertilisation organique et phosphatée en système de culture zaï en milieu soudano-sahélien du Burkina Faso." (Thèse de doctorat). Gembloux, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique.

Sawadogo, H. 2013. «Effects of microdosing and soil and water conservation techniques on securing crop yields in northwestern Burkina Faso.» Document de travail préparé pour l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (Burkina Faso).

Sawadogo, H., F. Hien, A. Sohoro et F. Kambou. 2001. „Pits for trees: how farmers in semi-arid Burkina Faso increase and diversify plant biomass.“ In C. Reij et A. Waters-Bayer, eds. *Farmer Innovation in Africa: a source of inspiration for agricultural development*. Londres: Earthscan Publications.

Sayer, J., et al. 2013. "Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110 (21): 8349-8356.

Scherr, S. J., S. Shames et R. Friedman. 2012. "From climate-smart agriculture to climate-smart landscapes." *Agriculture and Food Security* 2012 1:12

Scherr, S.J., et J.A. McNeely. 2008. «Biodiversity conservation and agricultural sustainability: towards a new paradigm of 'ecoagriculture' landscapes.» *Phil Trans Royal Soc Bioi Sci* 363:477-494.

Searchinger, T., et al. 2013a. «The Great Balancing Act.» Working Paper, Installment 1 of Creating a Sustainable Food Future. Washington, DC : World Resources Institute. Accessible sur : <<http://www.worldresourcesreport.org>>.

Searchinger, T., et al., 2013b. «Achieving Replacement Level Fertility.» Working Paper, Installment 3 of Creating a Sustainable Food Future. Washington, DC : World Resources Institute. Accessible sur : <<http://www.worldresources-report.org>>.

Sedogo, M.P. 1993. "Évolution des sols ferrugineux lessivés sous culture: influence des modes de gestion sur la fertilité." Thèse de Doctorat Es-Sciences, Abidjan, Université Nationale de Côte d'Ivoire.

Selman, M., et S. Greenhalgh. 2009. «Eutrophication: Sources and Drivers of Nutrient Pollution.» WRI Policy Note. Washington, DC : World Resources Institute

- Shitumbanuma, V. 2012. «Analyses of Crop Trials Under *Faidherbia aibida*.” Conservation Farming Unit, University of Zambia.
- Sileshi, G., et al. 2009. “Evidence for Impact of Green Fertilizers on Maize Production in Sub-Saharan Africa: a meta-analysis.” ICRAF Occasional Paper no. 10. Nairobi: World Agroforestry Center.
- Smale, M., et T.S. Jayne. 2009. «Breeding an ‘Amazing’ Crop: improved maize in Kenya, Malawi, Zambia and Zimbabwe.» In D.J. Spielman et R. Pandya-Lorch, eds. *Millions Fed: proven successes in agricultural development*. Washington, DC : International Food Policy Research Institute.
- Snapp, S.S., P.L. Mafongoya et S. Waddington. 1998. “Organic matter technologies for integrated nutrient management in smallholder cropping systems of southern Africa.” *Agric. Ecosys. Environ.* 71(1-3):185-200.
- Spielman, D. J., et R. Pandya-Lorch. 2009. *Millions Fed: proven successes in agricultural development*. Washington, DC : International Food Policy Research Institute.
- Tabo, R., A. Bationo, B. Gerard et al. 2007. “Improving cereal productivity and farmers’ income using a strategic application of fertilizers in West Africa.” In Bationo et al. 2007. *Advances in integrated soil fertility management in sub-Saharan Africa: challenges and opportunities*. Springer: Dordrecht. p. 201-208.
- Tan, Z., et al. 2005. “Global Soil Nutrient Depletion and Yield Reduction.” *Journal of Sustainable Agriculture* 26 (1): 123-146.
- Thierfelder, C. 2012. *Building the CA evidence base in Southern Africa*. CIMMYT.
- Thierfelder, C. et P.C. Wall. 2012. „Effects of conservation agriculture on soil quality and productivity in contrasting agro-ecological environments of Zimbabwe.” *Soil Use and Management* 28: 209-220.
- Thierfelder, C. et P.C. Wall. 2009. “Effects of conservation agriculture techniques on infiltration and soil water content in Zambia and Zimbabwe.” *Soil and Tillage Research* 105 (2009): 217-227.
- Total Land Care. 2012. “Conservation Agriculture in East and Southern Africa: evidence and guidelines for implementation.” TLC Booklet no. 4. Lilongwe, Malawi: Total Land Care.
- Tropical Forages. n.d. “*Leucaena Leucocephala*.” Accessible sur : <http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Leucaena_leucocephala.htm>.
- Umar, B. 2012. «Reversing agro-based land degradation through conservation agriculture: emerging experiences from Zambia’s smallholder farming sector.» *Sustainable Agriculture Research* 1 (2): 72-87.
- Umar, B., J. Aune, F. Johnsen et O. Lungu. 2011. «Options for improving smallholder conservation agriculture in Zambia.» *Journal of Agricultural Science* 3 (3): 50-62.
- United Nations Development Programme. 2013. “Community-based sustainable land management: best practices in drylands from the Equator Initiative.” New York, NY: UNDP.
- UN News Service. “UN Drylands Ambassador calls for greater efforts to fight desertification.” March 26, 2012.
- USAID. 2013. *Sahel Resilience Learning project document*. Washington, DC : USAID.
- Vanlauwe, Bernard. 2009. “Integrated Soil Fertility Management in Sub-Saharan Africa: Principles and Practice,” IN *Proc. of the International Plant Nutrition Colloquium XVI*, UC Davis, CA.
- Williams, S.D., et H. Fritschel. 2012. “Farming Smarter.” *IFPRI Insights* Vol 2, Issue 2. Washington, DC : International Food Policy Research Institute.
- Winterbottom, R. 2013. “USAID/Senegal Nature Wealth and Power Retrospective Study.” Contribution sur “Nature” du World Resources Institute. Document de travail soumis à l’US Forest Service et à l’USAID. Washington, DC : USAID.
- WOCAT et IFAD. 2013. *Water Harvesting: Guidelines to Good Practice*. Bern et Rome: WOCAT et IFAD.
- Wood, S., K. Sebastian et S.J. Scherr. 2000. *Pilot Assessment of Global Ecosystems: Agroecosystems*. IFPRI et WRI: Washington, DC.
- World Bank (Banque Mondiale). 2008a. *World Development Report: Agriculture for Development*. Washington, DC : La Banque Mondiale.
- World Bank (Banque Mondiale). 2008b. *Sustainable Land Management Sourcebook*. Washington, DC : Banque Mondiale / Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement.
- World Bank (Banque Mondiale). 2012. *Climate Smart Agriculture: A call to Action*. Washington, DC : Banque Mondiale. Accessible sur : <http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/CSA_Brochure_web_WB.pdf>.
- World Bank (Banque Mondiale). 2013. “What do we mean by drylands? Working definition for the African Drylands report. Washington, DC : Banque Mondiale.
- World Bank Institute. 2012. *Conservation Agriculture- Zambia*. Washington, DC : Banque Mondiale.
- World Resources Institute, with the United Nations Environment Programme, United Nations Development Programme, and the World Bank. 2008. *World Resources Report 2008; Roots of Resilience*. Case Study on Niger. Washington, DC : World Resources Institute.
- Yamba, B. 2006. “Étude Sahélienne: Rapport d’étude sur le foncier, les institutions locales et l’évolution de la pauvreté.” Niamey, Niger: Centre Régional d’Enseignement Spécialisé en Agriculture (CRESA).
- Yamba, B. et M. Sambo. 2012. “La Régénération Naturelle Assistée et la sécurité alimentaire des ménages de 5 terroirs villageois des départements de Kantche et Mirriah (region de Zinder).” Rapport pour le Fonds International pour le Développement Agricole.
- Zougmore, R., A. Mando, L. Stroosnijder et E. Ouedraogo. 2004a. «Economic benefits of combining soil and water conservation measures with nutrient management in semiarid Burkina Faso.» *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 70: 261-269.
- Zougmore, R., K. Ouattara, A. Mando et B. Ouattara. 2004b. «Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées zai et demi-lunes) au Burkina Faso.” *Sécheresse* 15 (1): 41-8.

REMERCIEMENTS

Nous adressons tous nos remerciements aux personnes suivantes pour leurs précieux conseils et leurs révisions critiques : Jens Aune (Norwegian University of Life Sciences), William Critchley (Sustainable Land Management Associates, Ltd.), Craig Hanson (WRI), Norbert Henninger (WRI), Rattan Lal (Ohio State University), Tim Searchinger (WRI), Melinda Smale (Michigan State University) et Peter Veit (WRI).

Nous aimerions remercier les personnes suivantes pour leur aide précieuse et leurs inestimables contributions : Chris Barrett (Cornell University), Trent Bunderson (Total Land Care), Charles Goversali (WRI), Erin Gray (WRI), Andrew Leach (WRI), Brian Lipinski (WRI), Abdoulaye Mando (IFDC), Tony Rinaudo (World Vision), Hamado Sawadogo (CNRST), Kathryn Solorzano Lowell (WRI), Gray Tappan (USGS), Richard Waite (WRI), Noemi Walzebuck (WRI) et Peter Weston (World Vision).

La publication a été améliorée grâce à la révision attentive du Dr. David Tomberlin et d'Emily Schabacker. Nous remercions Richard Waite (WRI) et Bob Livernash pour leur révision et leur relecture. Nous tenons également à remercier Nick Price, Hyacinth Billings et Jenna Park pour la mise en page et la création graphique.

Pour ce document de travail, le WRI est redevable au généreux soutien financier du Ministère des affaires étrangères de Norvège, du Ministère des affaires étrangères des Pays-bas, du programme des Nations Unies pour le développement, du programme des Nations Unies pour l'environnement et de la fondation Bill & Melinda Gates.

Le présent document représente uniquement les points de vue des auteurs. Il ne représente pas nécessairement les points de vue des financeurs du World Resources Report.

À PROPOS DES AUTEURS

Robert Winterbottom, rwinterbottom@wri.org (Directeur, Services Écosystémiques, WRI)

Chris Reij, creij@wri.org (Membre émérite, WRI)

Auteurs contributeurs :

Dennis Garrity (ancien Directeur Général, World Agroforestry Center-ICRAF)

Jerry Glover (Pédologue, United States Agency for International Development-USAID)

Debbie Hellums (Responsable de programme, International Fertilizer Development Center-IFDC)

Mike McGahuey (Spécialiste en gestion des ressources naturelles, USAID)

Sara Scherr (Présidente, EcoAgriculture Partners)

L'édition française du présent document de travail a été rendue possible par la GIZ et financée par le ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement.

A PROPOS DU WRI

Le WRI agit au point d'intersection entre l'environnement et le développement socio-économique. Nous allons au-delà de la recherche pour mettre les idées en action, en travaillant avec les gouvernements, les entreprises et la société civile dans le monde entier, dans le but de développer des solutions de transformation capables de protéger la Terre et d'améliorer la vie des gens.

Solutions aux défis urgent du développement durable

Les idées de transformation du WRI protègent la planète, encouragent le développement et font avancer l'égalité sociale, car le développement durable est essentiel pour répondre aux besoins humains d'aujourd'hui et pour satisfaire aux aspirations humaines de demain.

Stratégies pratiques pour le changement

Le WRI incite au progrès en fournissant des stratégies pratiques pour le changement et des outils efficaces pour les mettre en œuvre. Nous mesurons notre réussite sous la forme de politiques, produits et pratiques nouveaux visant à transformer le travail des gouvernements, le fonctionnement des entreprises et les agissements individuels.

Action globale

Nous agissons dans le monde entier, car les problématiques d'aujourd'hui n'ont pas de frontières. Nous sommes de fervents communicants, car pour tous les peuples du monde, l'inspiration naît des idées, l'autonomie naît du savoir et le changement naît d'une meilleure compréhension. Nous proposons des voies alternatives pour une planète durable, à travers un travail précis, juste et indépendant.



Copyright 2013 World Resources Institute. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 3.0 License. Pour voir une copie de cette licence, visiter <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>