



Hanspeter Liniger

PRINCIPES DES BONNES PRATIQUES DE GDT

Dans tous les grands systèmes d'utilisations de terres en Afrique subsaharienne, cultures, pâturages, forêts et terres mixtes, la GDT met l'accent sur l'amélioration de la productivité agricole, des moyens d'existence et des écosystèmes.

Tableau 1 : Utilisation des terres en ASS (2000)

Utilisation des terres	Pourcentage des surfaces
Prairie permanente	35
Terres arables et cultures permanentes	8
Forêts	27
Autres terres	30
Total	100

(Source : WRI, 2005 and FAO, 2004)

Augmentation de la productivité des terres

Les rendements céréaliers africains, en particulier dans la région soudano-sahélienne, sont les plus faibles du monde. Pour l'ASS, l'augmentation de la productivité agricole pour l'alimentation, les fibres et les combustibles reste une priorité, compte tenu de la demande rapide et croissante, de la faim, de la pauvreté et de la malnutrition omniprésentes.

La principale cible de la GDT en ASS est l'augmentation de la productivité des terres, de la sécurité alimentaire et la fourniture d'autres biens et services. Trois moyens permettent d'atteindre ce but : (1) l'extension, (2) l'intensification, (3) la diversification de l'utilisation des terres.

Extension : Depuis 1960, la production agricole a surtout été augmentée en étendant la surface de terres exploitées (figure. 2). L'accès limité et le coût élevé des fertilisants et des autres intrants (p. ex. semences améliorées) ont contraint les paysans africains à cultiver des sols moins fertiles sur des terres marginales ; de plus, ces dernières sont en général plus sujettes à la dégradation et ont une productivité faible. Les perspectives d'extension sans impact grave sur les ressources naturelles (p. ex. déforestation), sont très limitées en ASS.

Intensification : Les 50 dernières années ont été témoins de grands succès dans l'agriculture globale, en raison surtout de la « révolution verte », fondée sur l'utilisation de variétés améliorées, d'engrais chimiques, de pesticides, de l'irrigation et de la mécanisation. L'ASS n'en a cependant pas bénéficié (figure 2).

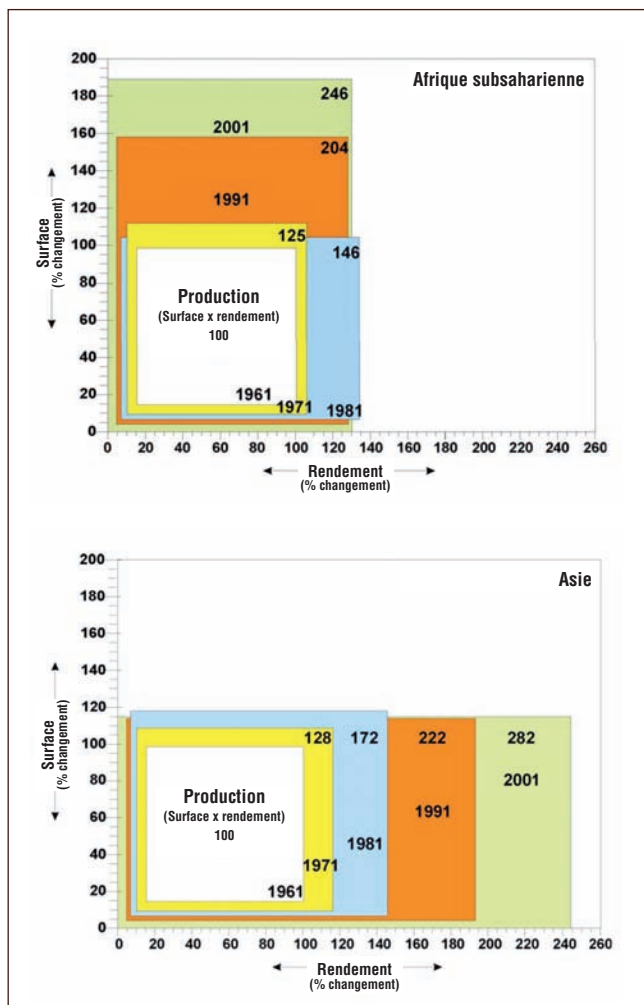


Figure 2 : comparaison de l'évolution des productions céréalières en ASS (en haut) due aux changements de surfaces et de rendements (1961=100), avec ceux de l'Asie (en bas). (Source : Henao and Baanante, 2006)

Diversification : elle nécessite un enrichissement des systèmes de production quant aux espèces et aux variétés, aux utilisations des terres et aux pratiques de gestion. Elle implique un ajustement au sein des exploitations agricoles afin d'augmenter les revenus et de les stabiliser. L'exploitation de nouveaux marchés et des niches existantes, la diversification de la production et de la transformation sur place ainsi que la pratique d'autres activités fermières rémunératrices permettent d'atteindre ce but (Dixon et al. 2001). Les systèmes agricoles diversifiés (culture-élevage, agroforesterie, cultures intercalaires, rotation de cultures, etc.) permettent aux paysans d'élargir les bases de l'agriculture, de réduire les risques d'échec de production, d'équilibrer leur alimentation, d'utiliser plus efficacement la force de travail, de gagner plus d'argent pour acheter des intrants et d'augmenter la valeur ajoutée de leur production.

L'extensification, l'intensification et la diversification de l'agriculture nécessitent :

- d'augmenter la productivité de l'eau (efficience de l'utilisation de l'eau),
- d'augmenter le taux de matière organique et la fertilité du sol (cycle du carbone et des nutriments),
- d'améliorer la diversité des plantes (espèces et variétés) et
- de générer des microclimats plus favorables.

Production agricole et sécurité alimentaire en ASS aujourd'hui et demain

- Croissance de population de 2,1% par an : doublement d'ici 30-40 ans.
- En 1997-99, 35% de la population ne disposait pas de nourriture suffisante pour mener une vie productive et en bonne santé.
- Rendement moyen en céréales : 1 t/ha
- La disponibilité en céréales par personne a décliné, de 136 kg/an en 1990 à 118 kg/an en 2000.
- 73% des ruraux pauvres vivent sur des terres marginales à productivité basse.
- Environ 66% de l'Afrique est classée en déserts ou terres arides ; 45% de la population vit sur des terres arides.
- En 2000, 18,7 milliards de US\$ ont été dépensés en ASS pour l'importation alimentaire et pour 2,8 millions de tonnes d'aide alimentaire : c'est plus d'un quart du total mondial.
- 83% des personnes vivent dans la pauvreté extrême ; le nombre d'habitants augmente ainsi que la demande alimentaire, pour l'eau et pour les autres ressources.
- Les besoins en énergie, en bois de feu et en biocombustibles croissent encore plus vite que ceux de la nourriture, ce qui accroît la déforestation et la pression sur la végétation, sur les résidus de culture et le fumier (qui sert souvent de combustible). Dans de nombreux pays, 70% de l'énergie provient du bois et du charbon de bois.
- Le changement climatique, sa variabilité et ses extrêmes exercent une pression supplémentaire sur la sécurité alimentaire.
- La terre est l'outil de travail de 70% de la population.
- L'agriculture restera le principal moteur de l'économie dans les prochaines décennies.
- La dégradation des terres est sévère et augmente.
- La productivité des terres, la sécurité alimentaire, la réduction de la pauvreté / le développement humain et le bien-être sont intimement liés.

(Sources : FAO, 2007 ; TerrAfrica, 2009 ; Castillo et al, 2007 ; WB, 2010)

Efficiency de l'utilisation de l'eau

L'efficacité de l'utilisation de l'eau est définie par le rendement par unité d'eau. L'efficacité optimale est obtenue en minimisant les pertes dues à l'évaporation, au ruissellement et à l'infiltration. Dans les schémas d'irrigation, l'efficacité d'acheminement et de distribution concerne les pertes d'eau, de la source au point d'arrivée dans le champ. La notion de productivité de l'eau est souvent utilisée, ce qui signifie : produire plus de nourriture ou obtenir plus de bénéfices avec moins d'eau. Cette notion se limite en général à la valeur économique produite par unité d'eau consommée.

Dans les régions arides du monde, l'eau est, par définition, le facteur limitant le plus courant à la production alimentaire : c'est une combinaison de pénurie, de variabilité extrême, de longues saisons sèches, de périodes sèches récurrentes, de sécheresses et de crues occasionnelles. La pénurie d'eau et la précarité d'accès à l'eau potable et agricole sont des contraintes majeures à l'amélioration des conditions d'existence dans les zones rurales de l'ASS. (Castillo et al., 2007 ; FAO, 2008b). Ainsi, l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau pour minimiser les pertes est absolument capitale.

Selon le principe du cycle de l'eau, toute l'eau reste dans le système. Au niveau local et régional, l'eau peut cependant suivre des chemins très différents et les pertes peuvent être élevées, suivant la gestion des terres (et de l'eau). En termes agricoles, il est question d'eau bleue et d'eau verte. L'eau bleue est celle qui aboutit dans les cours d'eau et qui recharge les nappes phréatiques ; c'est elle que cible la gestion conventionnelle des ressources en eau. L'eau verte est la part des pluies qui s'évapore de la surface des sols ou qui est employée par les plantes pour leur croissance et leur transpiration (Falkenmark et Rockström, 2006 ; ISRIC, 2010).

La figure 3 illustre trois grandes causes de pertes d'eau dans la production agricole : le ruissellement, l'infiltration profonde et l'évaporation de la surface des sols. Le ruissellement de surface peut être qualifié de gain lorsqu'il alimente des dispositifs de récupération d'eau de pluie. De même, l'infiltration profonde peut être un gain pour la recharge des eaux souterraines ou de surface. Cependant, la part utile (« eau productive verte ») est surtout l'eau des sols absorbée par les plantes et transpirée dans l'atmosphère.



Association de l'extension, l'intensification et la diversification sur les pentes raides des monts Uluguru de Tanzanie. (Hanspeter Liniger)

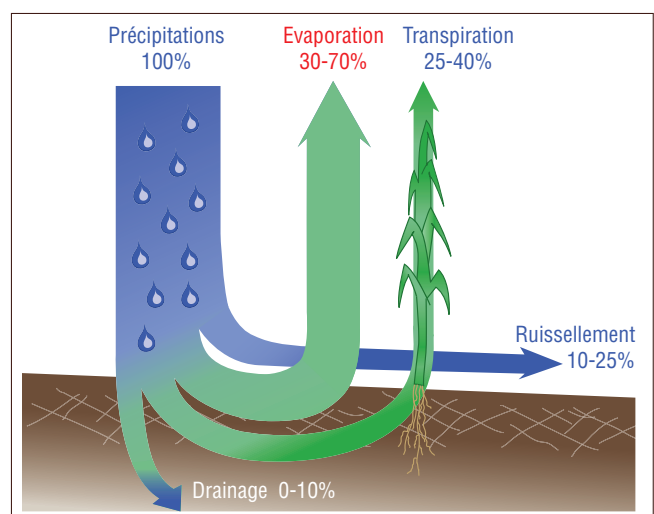


Figure 3 : L'eau productive (transpiration) et les pertes en eau (évaporation et ruissellement).

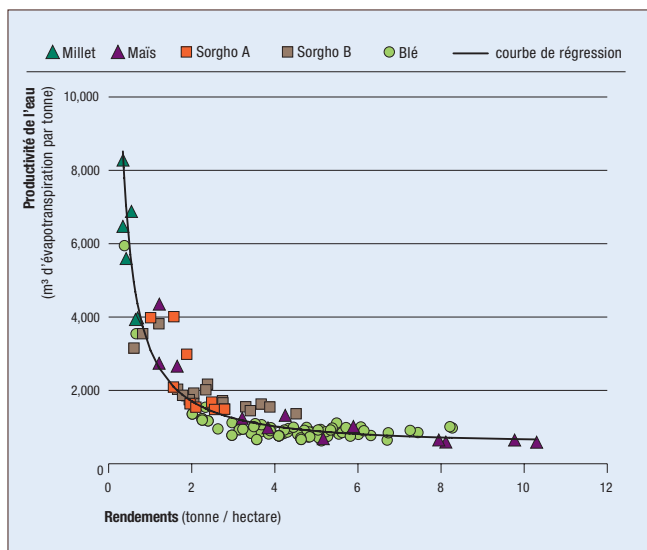


Figure 4 : productivité de l'eau et rendements céréaliers dans des conditions climatiques et de gestion diverses : pour des rendements de moins de 1 t/ha, il faut 4 à 8 fois plus d'eau par tonne que pour des rendements de plus de 3 t/ha (en grain) (cf. productivité végétale moindre). (Source : Rockström et al., 2007)

Beaucoup d'exploitants agricoles des pays en développement pourraient augmenter la productivité et l'efficacité de l'utilisation de l'eau en adoptant des pratiques de gestion agronomique et de l'eau éprouvées. Le potentiel est considérable, en particulier dans des conditions de faible rendement et lorsqu'un petit supplément d'eau se traduit par une augmentation significative du rendement (figure 4).

Gaspillage d'une ressource rare et précieuse - le cycle de l'eau perturbé

- Selon les pratiques de gestion des terres, 30-70% des précipitations sur les terres agricoles des zones semi-arides sont perdues pour la production par évaporation.
- 10-25% supplémentaires sont perdues par ruissellement direct, faute d'être récupérées.
- En raison de ces pertes, seules 15-30% des précipitations servent aux cultures.
- Cette faible efficacité de l'utilisation de l'eau est étroitement liée à la couverture du sol faible ou dégradée, qui laisse les sols exposés au rayonnement solaire, au vent et aux pluies violentes, provoquant ainsi l'aridification et la dégradation des sols. La matière organique du sol joue un rôle majeur dans l'infiltration de l'eau et la disponibilité des nutriments.

(Sources : Liniger, 1995 ; Rockström, 2003 ; Molden et al., 2007 ; Gitonga, 2005)

Efficacité de l'utilisation de l'eau dans l'agriculture pluviale : En Afrique subsaharienne, 93% des terres sont sous culture pluviale (Rockström et al., 2007). Pour l'eau, le défi dans ces régions réside dans l'augmentation des



La pratique locale qui associe labour profond et buttage freine le ruissellement mais augmente l'évaporation par exposition du sol ; la protection des plantes maintient l'humidité. (Hanspeter Liniger).

Exemple de potentiel d'économie d'eau

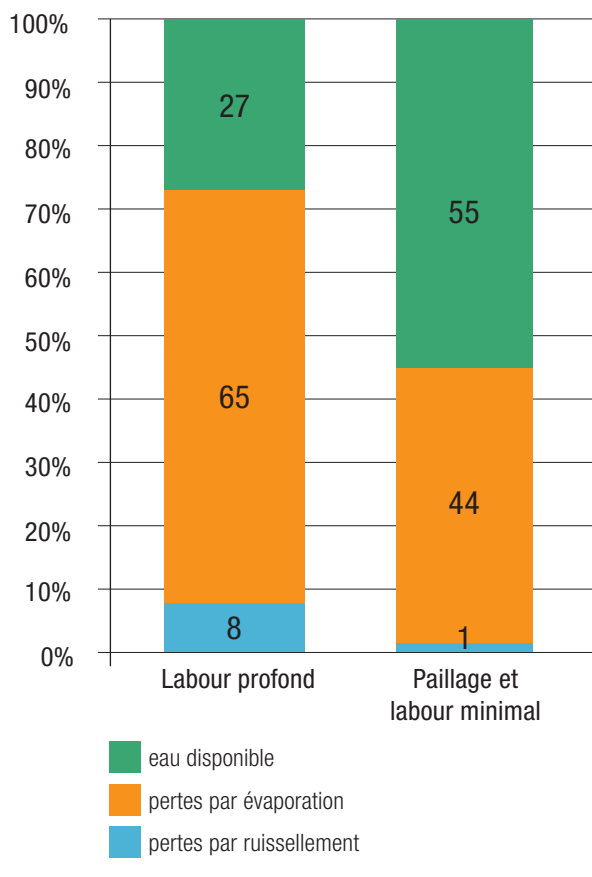


Figure 5 : efficacité de l'utilisation de l'eau dans un environnement semi-aride à subhumide en comparant une pratique locale (labour profond) avec une agriculture de conservation incluant : labour minimal pour le contrôle des mauvaises herbes, paillage et cultures intercalaires de maïs et haricots. Avec les pratiques locales, les pertes en eau s'élevaient à plus de 70%, principalement par évaporation. Avec le paillage, celles-ci descendent à 45%. L'efficacité de l'eau a doublé et les rendements ont triplé à certaines saisons. (Gitonga, 2005)

rendements par l'amélioration de la disponibilité de l'eau pour la croissance des plantes : il faut optimiser l'infiltration de l'eau de pluie et la capacité de rétention d'eau des sols, tout en réduisant l'érosion de surface et les autres dégradations des terres. Ce n'est qu'avec l'amélioration des autres facteurs de production - fertilité des sols, variétés culturales, contrôle des parasites et des maladies, pratiques de

travail du sol et désherbage - qu'une réponse complète aux investissements sur l'eau sera obtenue (figure 5).

Compte tenu du gaspillage important de l'eau dû aux modes d'exploitation inappropriés, il existe de nombreuses opportunités d'améliorer les rendements de l'agriculture pluviale et les écosystèmes dégradés par une

Différentes stratégies pour améliorer la gestion de l'eau :

Dévier l'eau de ruissellement

Lorsque l'eau est en excès dans les environnements humides ou au pic de la saison des pluies en conditions subhumides, le sol et la nappe phréatique peuvent être saturés. Une bonne évacuation est alors nécessaire. Elle contribue à éviter les pertes en nutriments, l'érosion ou les glissements de terrain. La construction de terrasses, de fossés ouverts et de dérivations, etc. permet d'atteindre ce but.

Empêcher le ruissellement (le ralentir)

Le ruissellement non contrôlé provoque de l'érosion et représente une perte sèche pour les plantes lorsque les précipitations sont limitées. La stratégie consiste ici à ralentir l'écoulement afin de donner plus de temps à l'eau pour s'infiltrer et pour réduire l'impact dommageable de l'érosion par ruissellement. Elle est utilisable sous tous les climats. Les bandes enherbées, les diguettes en terre ou de pierre, les terrasses, etc. permettent d'atteindre cet objectif.

Conserver les eaux de ruissellement (éviter le ruissellement)

Lorsque la pluviométrie est un facteur limitant de la croissance végétale, la stratégie est d'éviter les mouvements d'eau sur les sols de manière à encourager l'infiltration. Le stockage de l'eau est amélioré dans la zone d'enracinement des plantes et la nappe se recharge, ce qui est vital dans les zones subhumides à semi-arides. Les technologies utilisables sont les diguettes en travers de la pente, le paillage, la couverture végétale, les méthodes culturales réduites.

Capter le ruissellement (collecter les eaux de ruissellement)

Lorsque la pluviométrie est insuffisante, il est intéressant de collecter l'eau et de la diriger vers les plantes pour améliorer leur performances. Les trous de plantation et demi-lunes peuvent aussi être utilisés là où l'eau est en excès pendant la saison des pluies, suivie d'une pénurie d'eau. Barrages et mares peuvent aussi servir à irriguer, à contrôler les crues ou même à produire de l'énergie hydraulique.

Diminuer les pertes par évaporation au sol

La perte d'eau par la surface du sol peut être diminuée par le couvert végétal, le paillage, des brise-vent, de l'ombrage, etc. Ces techniques sont appropriées surtout en conditions sèches où les pertes par évaporation peuvent représenter plus de la moitié de la pluviométrie.



meilleure gestion de l'eau. Les cinq stratégies évoquées ci-avant regroupent toutes les bonnes pratiques utilisables. La gestion de l'eau de pluie est une des grandes problématiques de la GDT. Toutes les bonnes pratiques abordées dans la deuxième partie de ces directives incluent la gestion améliorée de l'eau et l'efficacité d'utilisation de l'eau ; certaines d'entre elles ciblent particulièrement la pénurie d'eau, par exemple la collecte d'eau dans les zones arides ou la diminution des pertes par évaporation ou ruissellement, grâce à l'agriculture de conservation, l'agroforesterie ou la gestion améliorée des pâturages.

L'efficacité de l'utilisation de l'eau dans l'agriculture irriguée :

L'agriculture irriguée consomme bien plus d'eau que les prélèvements pour les usages industriels et domestiques. La demande pour l'irrigation dépasse de loin les quantités disponibles. Etant donné la rareté de l'eau en ASS, la demande potentielle pour l'irrigation est illimitée et source de compétition et de conflits. La question ne se limite pas à l'approvisionnement en eau potable des populations, du bétail et de la faune sauvage mais elle concerne aussi les exigences environnementales en eau afin de maintenir l'écosystème en bonne santé. Actuellement, seulement 4% des terres agricoles sont irriguées en ASS, elles produisent 9% des récoltes (IAASTD, 2009b). De nombreux schémas d'irrigation souffrent d'un gaspillage d'eau et la salinisation des terres est un problème courant.

L'agriculture irriguée en ASS

- Le secteur agricole est de loin le plus gros utilisateur des ressources en eau du monde avec 70% de la consommation.
- En ASS, 87% des prélèvements d'eau en 2000 l'étaient pour l'agriculture, 4% pour l'industrie et 9% pour les usages domestiques.
- En ASS, moins de 4% des terres agricoles sont irriguées, comparé à 37% en Asie et 15% en Amérique Latine.
- L'irrigation en ASS se concentre en Afrique du Sud (1,5 millions d'ha) et à Madagascar (1,1 millions d'ha). Dix autres pays (Ethiopie, Kenya, Mali, Niger, Nigeria, Sénégal, Somalie, Tanzanie, Zambie, Zimbabwe) irriguent chacun plus de 100'000 ha.
- Environ la moitié des surfaces irriguées concerne des systèmes à petite échelle. En termes de valeur, l'irrigation assure environ 9% des récoltes de l'ASS.
- L'irrigation mal conduite peut saliniser les sols. En Tanzanie, 1,7-2,9 millions d'ha sont salinisés et 0,3-0,7 millions d'ha sont alcalinisés et en partie abandonnés. Les effets sont néfastes non seulement pour l'agriculture, mais aussi pour les réserves et la qualité de l'eau.

L'efficacité de l'utilisation de l'eau en agriculture doit être différenciée : l'efficacité d'acheminement, de distribution et d'application sur les champs. La gestion améliorée de l'irrigation exige une prise en compte de l'efficacité de tout le système. La figure 6 illustre les séquences de perte d'eau et le tableau 1 indique l'efficacité de différents systèmes d'irrigation.

Tableau 2 : efficacité de l'irrigation de différents systèmes d'irrigation

Système d'irrigation	Efficacité de l'irrigation	Coûts d'installation
Champs inondés (p. ex. riz)	20-50%	bas
Autres irrigations de surface (rigoles, etc.)	50-60% et plus	bas
Irrigation par aspersion	50-70%	moyen-élevé
Goutte à goutte	80-90%	élevé

(Source : Studer, 2009)

Compte tenu de la rareté de l'eau, du gaspillage généralisé et de la gestion défailante, les bonnes pratiques à adopter pour l'agriculture irriguée sont les suivantes :

1. Augmentation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau : lors de l'acheminement, de la distribution et de l'application sur le champ. L'acheminement et la distribution peuvent être améliorés par un bon entretien, des canaux revêtus et des tuyaux - et avant tout en évitant les fuites. Sur les champs, les pertes par évaporation diminuent en utilisant un arrosage à basse pression, la nuit et tôt le matin ainsi qu'en évitant les périodes de vent. De plus, l'infiltration au-dessous de la zone racinaire est à éviter.
2. Distribution d'une quantité limitée d'eau sur une plus grande surface, en ne satisfaisant pas les exigences de la culture, c.-à-d. une irrigation déficitaire. Ce système permet nettement d'augmenter les rendements et l'efficacité, comparé à une irrigation complète sur une surface plus petite (Oweis and Hachum, 2001).
3. Irrigation de supplémentation en complément de la pluie lors des périodes déficitaires, en période de stress hydrique de la croissance des plantes. C'est une stratégie clé, sous-utilisée, permettant de débloquer le potentiel des cultures pluviales et de productivité / efficacité de l'eau.
4. Récupération de l'eau et son stockage amélioré pour l'irrigation en période de surplus, pour irriguer (en supplémentation) en période de stress hydrique. Les petits

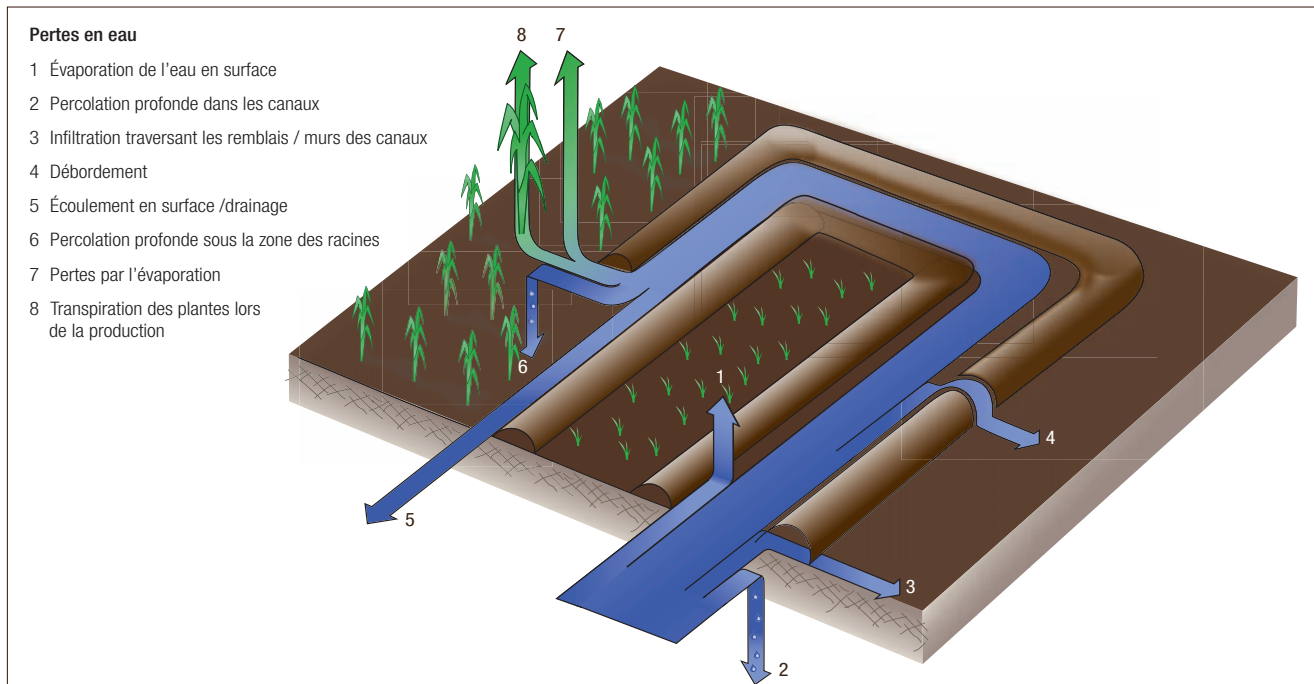


Figure 6 : pertes d'eau dans les systèmes d'irrigation : de la source à la plante (d'après Studer, 2009).

barrages et d'autres systèmes de stockage – tels qu'ils sont décrits dans le groupe de GDT de la « collecte des eaux de pluie », combinés avec la gestion de l'eau à l'échelle de la communauté – doivent être explorés en tant qu'alternatives aux projets d'irrigation à grande échelle (IAASTD, 2009b).

5. La gestion intégrée de l'irrigation est un concept plus large, dépassant les aspects techniques, qui intègre toutes les dimensions de la durabilité. Elle comprend la gestion coordonnée de l'eau, l'aide économique et sociale optimisées, l'assurance d'un accès équitable à l'eau et aux services de l'eau, sans compromettre la durabilité des écosystèmes (Studer, 2009).

Irrigation de supplémentation

- Les rendements de sorgho au Burkina Faso et de maïs au Kenya ont été accrus de 0,5 à 1,5-2 t/ha avec une irrigation de supplémentation et une gestion de la fertilité du sol (Rockström et al., 2003 ; Molden et al., 2007).
- Une étude coût-bénéfice d'un système associé maïs-tomates en irrigation de supplémentation a trouvé un bénéfice net de 73 US\$ au Burkina Faso et de 390 US\$/ha au Kenya. Les systèmes traditionnels montrent des pertes nettes, respectivement, de 165 US\$ et de 221 US\$ (Fox et al., 2005).

Améliorer la productivité de l'eau dans l'agriculture pluviale et irriguée

« Chaque goutte d'eau compte » :

- réduire les pertes d'eau
- collecter l'eau
- optimiser le stockage de l'eau
- gérer les excès d'eau

Tout effort tendant à une meilleure gestion de l'eau doit être combiné avec une gestion améliorée des sols, des nutriments et des cultures, et ces synergies peuvent plus que doubler la productivité de l'eau et les rendements dans l'agriculture à petite échelle (Rockström et al, 2007).

La « révolution verte de l'eau » se doit d'explorer le potentiel d'augmentation d'efficacité de l'utilisation de l'eau pour une productivité accrue des terres. La priorité doit être donnée à l'augmentation de l'efficacité de l'eau dans l'agriculture pluviale ; c'est là que se trouve le principal potentiel, non seulement pour les rendements mais aussi pour une optimisation des bénéfices en général. Les pratiques qui accroissent la disponibilité de l'eau sont celles qui améliorent la couverture du sol et la matière organique du sol, diminuent le ruissellement de surface (voir le groupe sur les « barrières en travers de la pente »), ou collectent et stockent l'eau.

Pour l'agriculture irriguée, l'acheminement et la distribution sont des stratégies clés supplémentaires d'économie d'eau. L'accent sera mis sur une transposition à grande échelle de l'agriculture pluviale avec une irrigation de supplémentation efficace.

Fertilité des sols

La bonne santé et la fertilité des sols sont les fondements de la productivité des terres. Les plantes obtiennent leurs nutriments par deux sources naturelles : la matière organique et les minéraux. La fertilité décroissante des sols met en péril la production de nourriture, de fourrages et de fibres. Le taux de matière organique du sol, les nutriments et la structure du sol sont les principaux facteurs d'influence de la fertilité des sols. Les sols de nombreux pays d'Afrique sont gravement carencés et leurs taux de matière organique très bas : inférieurs à 1%, voire 0,5% dans la couche supérieure du sol (Bot and Benites, 2005).

La matière organique du sol est la clé de la fertilité des sols. La matière organique comprend tout matériau animal ou végétal retournant au sol et passant par le cycle de décomposition. La matière organique du sol (MOS) est un fond de roulement de nutriments : elle contient tous les nutriments essentiels pour les plantes et elle contribue à absorber et à retenir les nutriments sous une forme assimilable (Bot et Benites, 2005). La matière organique du sol a de multiples fonctions : elle est vitale pour une bonne structure du sol car elle lie les particules du sol, pour la rétention de l'eau ; elle sert aussi d'habitat aux organismes du sol.

La texture du sol influence aussi sa fertilité. La présence de particules d'argile conditionne la capacité du sol à retenir les nutriments. Les sols très sableux ont moins de capacité à retenir les nutriments que les sols argileux ; ils nécessitent donc une attention particulière pour ce qui est de la gestion de la fertilité.

Déclin de la fertilité des sols : La chute de la MOS et de nutriments est simplement causée par le non-respect du cycle de la biomasse et des nutriments (figure 7) : davantage de matière organique et / ou de nutriments (surtout les macronutriments sous forme d'azote, de phosphore et de potassium) quittent le système qu'il n'en revient.

Les causes sont multiples :

- exportation des récoltes et des résidus (biomasse végétale)
- perte par érosion des sols
- lessivage des nutriments (sous la zone d'enracinement)
- volatilisation des nutriments (p. ex. azote)
- minéralisation accélérée de la MOS par le labour

Les gains ou apports proviennent des résidus de plantes

Déficits en nutriments dans les sols d'ASS

La raréfaction des nutriments dans les sols africains est importante :

- Les terres cultivées ont perdu environ 22 kg d'azote (N), 2,5 kg de phosphore (P) et 15 kg de potasse (K) par hectare et par an.
- Les pertes en nutriments varient de 10 à 45 kg de NPK/ha et par an.
- 25% des sols sont acidifiés et déficients en phosphore, calcium et magnésium et accusent des taux d'aluminium toxiques.
- Les principaux facteurs de raréfaction des nutriments sont l'érosion des sols par le vent et l'eau, les pertes par infiltration et les exportations dues aux productions.

Apports d'engrais réduits :

- L'apport annuel de 8-15 kg/ha d'engrais en Afrique est très faible comparé à l'apport moyen mondial de 90 kg/ha
- Les exploitants agricoles au Niger épandent du fumier sur 30-50% de leurs champs, à raison de 1,2 t/ha, avec un rendement de seulement 300 kg/ha de grains.

La quantité de nutriments apportée est plus faible que les exportations :

- Le bilan des nutriments dans les terres d'ASS est négatif, avec plus de 4 fois plus de nutriments exportés par le produit des récoltes que ceux apportés sous forme de fumier et d'engrais.
- Actuellement, les pertes en nutriments sont estimées à 4,4 millions de t de N, 0,5 millions de t de P et 3 million de t de K. Ces pertes dépassent largement les apports d'engrais chimiques, qui sont, respectivement, de 0,8, 0,26 et 0,2 million de t de N,P et K.
- Le bilan négatif est de 8 millions de t de NPK/an.

(Sources : Sanchez et al., 1997 ; Sanchez, 2002 ; FAOSTAT, 2004 ; McCann, 2005 ; Henao and Baanante, 2006 ; Verchot, et al, 2007 ; Aune and Bationo, 2008 ; WB, 2010)

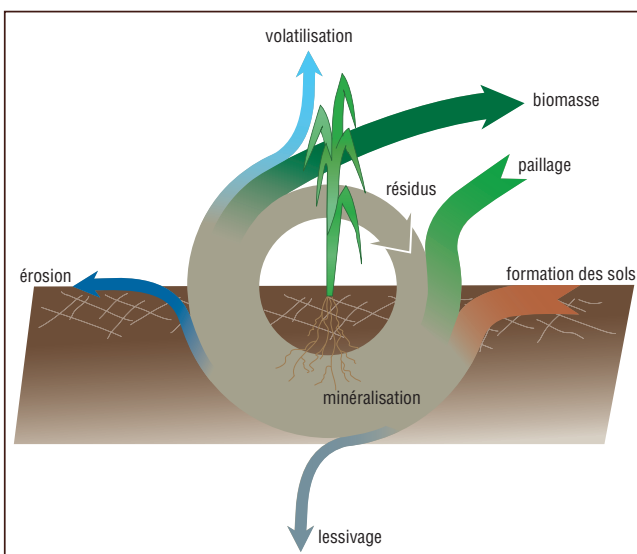


Figure 7 : Le cycle du carbone montre les principaux gains et pertes ou apports de matière organique, de biomasse et de nutriments du sol.

cultivées ou de la fixation de l'azote, d'apports externes de matière organique, de fumier et d'engrais et de nutriments provenant de la dégradation de la roche-mère et de la formation des sols.

Augmentation et amélioration de la fertilité des sols par la GDT : Les pratiques de GDT devraient maintenir ou améliorer le bilan du cycle des nutriments et de la MOS, ce qui signifie que les pertes nettes doivent être compensées par la matière organique et / ou par les engrais apportés pour stabiliser ou améliorer la fertilité du sol.

La reconstitution du stock de nutriments dans les sols d'ASS est un défi majeur. L'encadré ci-dessus montre le bilan largement négatif des nutriments. La reconstitution et la réduction des pertes du sol peuvent être atteintes grâce aux options suivantes :

1. Jachères améliorées : plantation d'espèces à croissance rapide, généralement des légumineuses, pour une restauration rapide de la fertilité. Les jachères peuvent aussi bien être des forêts, des buissons, de la savane, des graminées ou des légumineuses. L'étude de cas « Engrais vert avec *Tithonia* » au Cameroun présentée en 2ème partie montre l'importance de la plantation d'espèces qui fixent les nutriments, en association ou en rotation.
2. Gestion des résidus : cette pratique utile laisse 30% ou plus de la surface du sol couverte par les résidus après la récolte. La ressource principale provient de la récolte précédente (le brûlis est découragé) ; cette pratique contribue aussi à réduire l'érosion, à améliorer l'infiltration de l'eau et à conserver l'humidité. La structure du sol et la qualité des eaux de surface bénéficient aussi d'impacts positifs (voir groupe GDT « Agriculture de conservation »).
3. Épandage de compost amélioré et de fumure : le compost (surtout des résidus de végétaux) et la fumure (du bétail) aident à reformer le cycle des nutriments en permettant à ceux-ci de ne pas être perdus par le système. En reconstituant la MOS, ils aident à maintenir la structure du sol et sa bonne santé ainsi que sa fertilité. De plus, ils sont à la portée de main des paysans, même les plus pauvres (voir les études de cas sur le « parcage de nuit » au Niger et la « production de compost » au Burkina Faso).
4. Captage des nutriments : le captage se fait par les racines des arbres et d'autres plantes vivaces lorsqu'elles sont associées aux cultures annuelles (p. ex. dans les systèmes d'agroforesterie). Les arbres fonctionnent comme des pompes à nutriments : ils absorbent les nutriments dans les couches profondes du sol, sous la zone d'enracinement des cultures annuelles et les restituent sous formes de paillage et de litière. Ainsi, la disponibilité des nutriments pour les cultures annuelles augmente.
5. Épandage d'engrais minéraux : les engrais minéraux sont issus de la synthèse chimique ou minérale. L'utilisation d'engrais est sujet à débat en ASS : le courant dominant considère qu'il est nécessaire d'augmenter les apports annuels d'engrais au moins de 9 à 30 kg/ha. Les opposants pointent les impacts environnementaux indésirables tels que l'acidification des sols, la pollution de l'eau et les problèmes sanitaires (IAASTD, 2009b). Sans apport combiné de matière organique et d'engrais minéraux, la fertilité des sols n'atteindra pas le seuil de production nécessaire : il est donc important de soutenir le concept de « gestion intégrée de la fertilité des sols ». Les exemples de « pré-germination et microfertilisation » au Mali et « d'agriculture de conservation et de précision » au Zimbabwe présentés en 2ème partie montrent qu'il est possible d'augmenter la rentabilité et les rendements du millet et du sorgho en apportant des micro-doses



*Compostage, fumure et paillage dans une bananeraie en Ouganda.
(William Critchley)*

d'engrais minéraux en combinaison avec des techniques qui maintiennent et concentrent l'humidité et la matière organique du sol.

6. Perturbation minimale du sol : les systèmes de travail du sol occasionnant un minimum de perturbations du sol, tels que le labour réduit ou le « zéro labour », laissent davantage de résidus biologiques à la surface du sol, fournissant ainsi un milieu favorable à une meilleure activité biologique du sol, une meilleure interconnexion des pores et des agrégats dans le sol, qui est ainsi plus capable de résister à l'impact de la pluie (et de l'érosion par battance). L'infiltration de l'eau est facilitée et accélérée, avec moins de pratiques culturales, ce qui contribue aussi à protéger le sol de l'érosion. De plus, la matière organique se décompose moins vite dans ces systèmes, réduisant les émissions de carbone. Le zéro labour, décrit en 2ème partie dans les études de cas de labour réduit à petite et grande échelle au Kenya, s'est montré particulièrement efficace pour maintenir ou accroître le taux de matière organique des sols.

Améliorer la fertilité des sols et le cycle des nutriments (principes)

- Réduire les pertes « improductives » de nutriments : infiltration, érosion, pertes dans l'atmosphère
- Réduire « l'extraction » de fertilité du sol : améliorer l'équilibre entre exportation et apports de nutriments, par les pratiques suivantes :
 - améliorer la couverture (paillage et couverture végétale)
 - améliorer le taux de matière organique et la structure du sol
 - rotation des cultures, jachères et association de cultures
 - apports d'engrais verts et animaux et de compost (systèmes intégrés de culture-élevage)
 - supplémentation appropriée d'engrais minéraux
 - piégeage des sédiments et des nutriments (p. ex. par des diguettes, des barrières et des pièges végétaux ou structuraux)

Ces pratiques seront renforcées par une gestion de l'eau et un microclimat améliorés, afin de réduire les pertes et conserver l'humidité.

Les végétaux et leur gestion

L'agronomie moderne est une contribution essentielle aux bonnes pratiques de GDT. La révolution verte en Asie a permis d'augmenter les rendements dans les années 60 et 70 grâce à l'amélioration des pratiques agricoles.

La figure 2 montre l'augmentation de la production agricole de l'Afrique ces 50 dernières années, surtout grâce à l'accroissement des surfaces exploitées. La « première » révolution verte a largement échoué en Afrique (voir ci-dessous), bien que la sélection végétale ait donné certains résultats et que les efforts se poursuivent afin de :

- obtenir des variétés plus productives
- raccourcir le cycle végétatif et accroître la résilience à la sécheresse
- augmenter l'efficacité / la productivité hydrique en zones arides
- augmenter la tolérance à la salinité, à l'acidité et aux sols saturés en eau
- augmenter la résistance aux parasites et aux maladies

Quelques progrès et inconvénients de la « révolution verte » en ASS

En ASS, les rendements céréaliers ont stagné aux environs de 1t/ha entre les années 1960 et 2000. Ce chiffre contraste avec ceux de la « première » révolution verte d'Asie, entre 1960 et 70, où l'augmentation importante des rendements (surtout le blé et le riz) est due avant tout à l'introduction de nouvelles variétés à rendement accru. Celles-ci ont cependant besoin d'irrigation et d'importants apports d'engrais chimiques et de pesticides pour atteindre ces rendements, créant à leur tour des problèmes de coûts et de dégâts sur l'environnement. La dépendance aux monocultures et la disparition des variétés locales ont entraîné une perte d'agro-biodiversité et un affaiblissement du pool génétique (FAO, 2008a).

L'intensification de l'agriculture en ASS a largement échoué car elle ne s'est pas préoccupée de (1) la perte de matière organique par l'exportation due à l'utilisation des résidus de cultures pour l'affouragement et le combustible, par des apports de MO insuffisants, ce qui entraîne une mauvaise réponse aux engrais ; (2) la dégradation de la structure des sols par une baisse du taux de MO associée à des pratiques de labour destructrices, entraînant le compactage, la battance, une diminution de la perméabilité et une augmentation de l'érosion ; (3) des modifications défavorables de l'équilibre des nutriments du sol par défaut de remplacement des exportations du sol et / ou apports déséquilibrés (apports de N) sans remplacement des autres nutriments importants, qui deviennent un facteur limitant (4) pollution des sols par l'apport inapproprié d'engrais, de pesticides et d'herbicides.

(Source : IAASTD, 2009b).

Les variétés « améliorées » ont des potentiels mais leurs exigences en engrais, pesticides et herbicides doivent être prises en compte, ainsi que le coût et la disponibilité des semences. Celles-ci créent souvent une dépendance aux semenciers.

L'agriculture biologique et l'agriculture à apports limités en intrants ont émergé en réponse à ces préoccupations - aussi parce qu'elles sont plus proches des traditions et valeurs des pratiques africaines. L'agriculture biologique améliore la productivité en optimisant les ressources disponibles, le recyclage des nutriments et en préservant la ressource hydrique. Selon l'IFOAM (2009), l'agriculture biologique se fonde sur les principes de santé, d'écologie, d'équité et de soin. Un exemple de « coton biologique » au Burkina Faso est présenté en 2ème partie. Toutes les stratégies utilisées cherchent à optimiser les ressources locales.

L'un des facteurs limitants majeurs à la productivité des plantes est la concurrence des mauvaises herbes. De bonnes pratiques de GDT peuvent diminuer considérablement leur infestation grâce au couvert végétal, aux résidus et au paillage. L'attention doit aussi être portée sur les mauvaises herbes dans les pâturages et les forêts.

Les effets négatifs des parasites et des maladies sont divers et représentent une menace importante pour les productions agricoles. Une approche en accord avec la GDT est la sélection d'espèces et de variétés résistantes et la mise en œuvre de la gestion intégrée des ravageurs (GIR-IPM) qui utilise autant que possible les mécanismes biologiques et naturels. La GIR est une approche écologique qui vise à réduire, voire à supprimer l'usage des pesticides grâce au maintien des populations de ravageurs à des niveaux acceptables (décrite en 2ème partie dans l'étude cas « Gestion intégrée *push-pull* des ravageurs et de la fertilité des sols » au Kenya).

Les techniques améliorées de production agricole sont inefficaces en l'absence de gestion des récoltes. Compte tenu des pertes élevées après récolte (30-100%), il est indispensable de chercher activement à protéger les récoltes de la destruction.

Une « nouvelle » révolution verte ? Le but d'une nouvelle révolution verte en ASS est de promouvoir une croissance agricole rapide et durable qui se fonde sur les



Test de tolérance à la sécheresse pour les pois d'Angole et le lablab (Hanspeter Liniger)

petits exploitants agricoles, avec un minimum de ressources (et d'appui gouvernemental), afin de leur assurer des semences et des sols de qualité, l'accès aux marchés, l'information, les financements, le stockage et le transport et, avant tout, des politiques qui leur assurent un soutien inconditionnel (TerrAfrica, 2009). Contrairement à la révolution verte en Asie, la « nouvelle » révolution verte sera pour les pauvres et l'environnement.

Citation de Kofi A. Annan

Président du conseil d'administration de l'Alliance pour une révolution verte en Afrique

« ... Afin de nourrir les 900 millions d'habitants du continent, l'Afrique a besoin d'assurer sa sécurité alimentaire. Cet objectif ne sera atteint qu'avec une révolution verte africaine. Elle devra reconnaître aux petits exploitants leur rôle clé dans l'augmentation de la production, promouvoir les changements dans tout le système agricole et intégrer l'équité et l'environnement au cœur de son action... »

(AGRA, 2010)

Le potentiel d'amélioration de la productivité végétale par une « nouvelle » révolution verte est énorme. Les défis majeurs sont :

- l'utilisation des améliorations génétiques tout en augmentant la diversité : des variétés végétales plus productives et résilientes, bien adaptées à une pluralité de conditions environnementales ;
- mettre à profit les énormes ressources génétiques végétales d'ASS en incluant les variétés locales et sauvages dans les schémas de sélection. L'échange de semences entre petits exploitants agricoles est un moyen efficace de diffusion de variétés de plantes, non seulement pour les cultures mais aussi pour les variétés fourragères des prairies / parcours et pour la production de fibres et de combustible dans les systèmes d'agroforesterie et forestiers ;
- reconnaître l'importance de la gestion intégrée de la fertilité des sols et des ravageurs (GIR)
- développer des partenariats et réseaux plus efficaces pour un système de recherche interactif - mettre les savoirs et innovations locaux à la disposition de tous ;
- souligner l'importance du genre dans l'agriculture : le fait que la majorité des petits exploitants agricoles sont des femmes doit être pris en compte dans les politiques et les pratiques de soutien ;
- la commercialisation des produits (y compris le développement des filières) et l'accès aux intrants sont souvent des facteurs limitants.

Amélioration du matériel végétal et de sa gestion (principes)

Améliorer le matériel végétal et minimiser l'impact des mauvaises herbes, des parasites et des maladies ainsi que les pertes après les récoltes, en soutenant :

- la sélection et l'expérimentation avec le patrimoine génétique local et l'échange de semences
- la gestion hydrique et des nutriments des espèces et variétés améliorées, basée sur les intrants disponibles sur place (fumier, compost et microfertilisation aux engrais)
- l'optimisation des dates de plantation, géométrie de plantation, etc.
- les cultures associées pour profiter des synergies entre plantes d'espèces différentes (cultures intercalaires, plantation sous couvert, rotations)
- la gestion des mauvaises herbes
- la gestion intégrée des ravageurs (GIR)
- la gestion des récoltes

Microclimat

Les conditions microclimatiques peuvent largement être influencées par la gestion des terres, en particulier par des mesures de réduction du vent et par l'ombrage. La couverture du sol, végétale ou par paillage, est un facteur clé d'influence sur le microclimat. Une amélioration du microclimat peut engendrer les impacts positifs suivants :

1. Accroissement du taux d'humidité du sol et de l'air, ce qui augmente la productivité par unité d'eau (Tanner et Sinclair, 1983). L'évaporation (perte improductive d'eau par la surface du sol) peut être réduite en protégeant le sol par des cultures ou du paillage. Les pratiques sont le paillage, les cultures de couverture ou intercalaires, l'agroforesterie, les brise-vent ou les méthodes culturales minimales pour éviter d'exposer le sol à la chaleur, au vent et à la perte d'humidité et afin de maintenir la fraîcheur autour des plantes, favorisant ainsi la performance et la productivité.
2. Protéger des agressions mécaniques : afin de protéger les plantes des pluies intenses, des tempêtes et du vent, de la poussière et des tempêtes de sable, un microclimat « protecteur » peut être créé grâce à l'amélioration de la couverture, par exemple par la plantation d'arbres en brise-vent.
3. Réguler les températures extrêmes et le rayonnement : les températures excessives du sol et de l'air ainsi que le rayonnement au cours des périodes chaudes peuvent être atténués afin de favoriser la production végétale et animale (couverture et ombre). Le meilleur moyen consiste à augmenter le couvert végétal qui, par évapotranspiration, crée un microclimat en rafraîchissant l'air. Dans les zones de montagne d'ASS, les fluctuations importantes avec des températures minimales basses sont une contrainte, en particulier, par exemple, sur les hauts plateaux d'Éthiopie, en Afrique de l'Est et australe où certaines terres sont cultivées à plus de 3000 m d'altitude. En Afrique australe, les hivers froids sont problématiques. Dans ces environnements, les arbres protègent des vents froids mais leur ombre peut aussi ralentir le réchauffement des sols.

Création d'un microclimat favorable (principes)

Dans les zones chaudes et arides :

- ralentir les vents forts et les tempêtes (éviter le dessèchement et les dégâts mécaniques)
- protéger contre les températures élevées et le rayonnement
- maintenir des conditions aussi humides que possible.

Dans les zones humides :

- protéger contre les tempêtes (effet mécanique et dégradation du sol).

Toutes ces améliorations peuvent être obtenues par des brise-vent, des rideaux-abris, l'agroforesterie, des cultures intercalaires et une bonne couverture du sol par végétalisation et paillage.

Sur les hauts plateaux et en Afrique australe, là où les hivers sont froids, il peut s'avérer nécessaire de prévoir une protection des cultures contre les vents froids et le gel.

Amélioration des moyens d'existence

La GDT et sa prise en compte ne seraient pas si importantes si les moyens d'existence de millions de personnes n'étaient pas en jeu. L'amélioration des moyens d'existence en ASS dépend essentiellement de l'augmentation et de la régularité des productions agricoles, de l'approvisionnement en eau potable et du maintien d'un environnement sain. Malgré les contraintes et les problèmes rencontrés par les exploitants agricoles, ils sont prêts à adopter les pratiques de GDT car elles leur assurent des revenus nets plus élevés, moins de risques ou une combinaison des deux.

Coûts et bénéfices

Les coûts et les bénéfices jouent un rôle central pour l'amélioration des moyens d'existence et l'adoption et la vulgarisation de la GDT. Compte tenu des besoins urgents en ASS, les investissements dans la GDT devraient viser la rentabilité à la fois pour le court (rapides) et le long terme (réguliers). Ainsi les investissements devront être comparés aux bénéfices, à la fois pour la mise en œuvre initiale et pour la maintenance ultérieure. La figure 8 illustre les différents retours positifs des interventions de GDT :

1. Revenu à long terme, non à court terme : de nombreux exploitants agricoles en ASS pourraient être contraints

à faire ces investissements à long terme ; ils auront besoin d'un coup de pouce de départ, fourni en partie par l'aide et des sources externes. Les coûts de maintenance devront être couverts par des sources locales et par les revenus directs.

2. Revenu à long terme, stable à court terme : plus de bénéfices mais aussi plus d'intrants. Selon la richesse des utilisateurs, une assistance extérieure aux investissements peut s'avérer nécessaire. (voir scénario 1).
3. Revenu à court et à long terme : le cas idéal, lorsque les exploitants agricoles perçoivent des revenus dès le départ. Il reste la question de savoir s'ils ont besoin d'un soutien initial pour les investissements (microcrédits, prêts, accès aux intrants et aux marchés, etc.).
4. Revenu initial élevé, mais peu ou pas à long terme. Ces options peuvent paraître séduisantes au premier abord, mais elles perdront de leur attractivité à long terme, car les bénéfices disparaissent. C'est ce qui s'est passé avec l'introduction de variétés à haut rendement et d'engrais chimiques : les rendements ont chuté après quelques années (voir encadré en révolution verte, page 32).

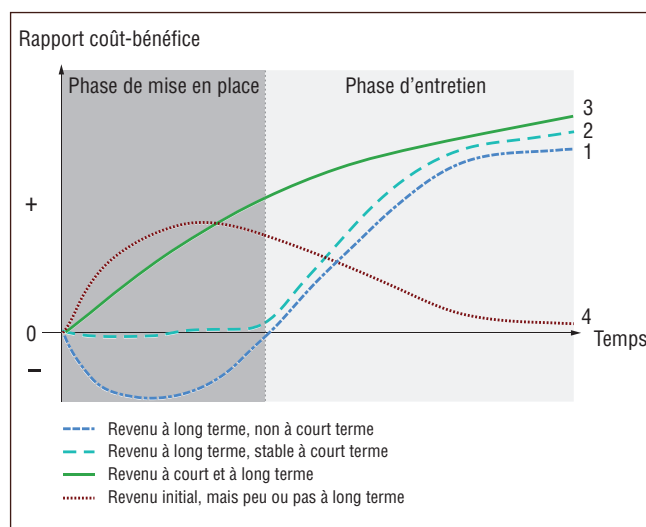


Figure 8 : Coûts et bénéfices de la GDT dans le temps : phase de mise en place à court terme et d'entretien sur le long terme

Alors que les coûts d'établissement peuvent être en partie financés par l'aide ou des sources extérieures, ce sont les exploitants agricoles qui doivent assurer les coûts de maintenance, afin d'éviter le « syndrome de dépendance »



Coûts de main-d'œuvre élevés et rendements réduits pour les cultures sur billons (gauche) et pour le paillage (droite) moins exigeant et plus rentable. (Hanspeter Liniger)

à l'aide et afin de conserver leur capacité d'initiative et leur autonomie.

L'expérience en matière de GDT montre la nécessité d'une évaluation précise des coûts et bénéfices (en termes monétaires et non monétaires) et des gains à court et à long terme. Les données sont rares car ce travail est rarement fait. L'évaluation des coûts et des bénéfices est très spécifique au site et représente un défi important pour la vulgarisation de la GDT en ASS. Sans les évaluations nécessaires, les exploitants agricoles et les agences de développement ne peuvent prendre les décisions informées pour savoir quelles technologies et approches sont les plus viables dans un environnement naturel et humain bien précis et de quelles incitations les utilisateurs ont besoin.

Les intrants : un défi pour les utilisateurs des terres

Les exploitants agricoles peuvent avoir besoin d'intrants supplémentaires pour adopter les pratiques de GDT, en particulier du matériel (machines, semences, engrais, équipement, etc.), main d'œuvre, marchés et savoirs. Certaines pratiques de GDT exigent peu d'apports nouveaux par rapport aux pratiques courantes, d'autres exigent des changements complets de technologies. Ainsi :

- Les petits exploitants agricoles en l'agriculture de subsistance ont moins d'options et de moyens à investir que les gros exploitants à plus haut niveau de mécanisation.

- Il est essentiel de bien distinguer l'investissement initial de mise en place de celui nécessaire à l'entretien de la GDT. Les contraintes initiales d'investissement doivent être surmontées et peuvent nécessiter une assistance externe, surtout lorsque les bénéfices ne sont prévus qu'à long terme ; les aides matérielles et financières doivent tenir compte des ressources disponibles. Les exploitants pauvres et marginalisés devront faire l'objet d'une attention particulière.
- La disponibilité de la main-d'œuvre reste une préoccupation particulière : elle dépend de l'état de santé des populations et de la compétition avec d'autres activités qui génèrent des revenus. Le paludisme, le sida et les maladies transmises par l'eau affectent sensiblement la productivité du travail. La concurrence avec le travail hors-exploitation, les migrations saisonnières des forces vives (surtout les hommes), sont un facteur limitant pour la GDT. Les foyers monoparentaux (souvent féminins) ont besoin de pratiques à main-d'œuvre réduite.
- L'accès aux intrants et à l'équipement, par exemple les machines, semences / plants, engrais, etc. est essentiel. L'introduction de la GDT n'est possible que si les marchés des intrants et des produits sont assurés.
- L'accès aux savoirs liés à la GDT est un pré-requis pour tous les exploitants agricoles. Les pratiques faciles à apprendre, construites sur les connaissances et l'expérience existantes, ont le plus de chance d'être adoptées.

En plus des coûts et bénéfices, de l'accès aux intrants, des marchés et des savoirs, d'autres éléments doivent aussi être pris en compte afin d'améliorer les moyens d'existence. En effet, les pratiques doivent être :

- socialement et culturellement acceptables ; esthétiquement (un contour non linéaire peut se révéler visuellement inacceptable, p. ex.), pour les croyances (certaines zones sont « intouchables » à cause des esprits), pour les normes et valeurs ;
- suffisamment flexibles pour permettre (et encourager) l'adaptation et l'innovation locales ;
- perçues comme ajoutant une valeur à la terre et à la qualité de vie.

Amélioration des moyens d'existence (principes)

- Apporte des bénéfices à court (rapides) et à long terme (durables)
- Une aide à la mise en œuvre peut s'avérer nécessaire pour les petits exploitants agricoles lorsque les coûts dépassent leurs moyens
- Une assistance à la mise en œuvre peut s'avérer nécessaire si les bénéfices à court terme ne sont pas assurés
- Les coûts de maintenance doivent être assurés par les utilisateurs, pour leur autonomie

Le changement vers la GDT devrait s'appuyer sur des valeurs et des normes (et y demeurer sensible), autoriser la flexibilité, l'adaptation et l'innovation afin d'améliorer les moyens d'existence des exploitants agricoles.

Amélioration des écosystèmes : agir en respectant l'environnement

Pour être vraiment durables, les techniques d'augmentation de rendement présentées ci-dessus doivent aussi viser à améliorer les fonctions et les « services rendus » des écosystèmes. Les bonnes pratiques doivent respecter l'environnement, diminuer la dégradation des terres en cours, améliorer la biodiversité et augmenter la résilience aux variations et au changement du climat.

Prévention, atténuation et réhabilitation des terres dégradées

En ASS, les études montrent la gravité de la dégradation des terres et l'urgence d'améliorer les ressources naturelles et leur utilisation par la GDT (voir encadré page 38).

Selon le stade d'avancement de la dégradation des terres, les interventions de GDT peuvent être différenciées en prévention ou atténuation de la dégradation ou réhabilitation de terres déjà dégradées (voir figure 9) (WOCAT, 2007).

La prévention implique l'utilisation de mesures de GDT qui maintiennent les ressources naturelles et leurs fonctions productives et environnementales sur des terres susceptibles d'être dégradées. Cela implique que de bonnes pratiques soient déjà en place : c'est l'antithèse de la dégradation d'origine humaine.

L'atténuation intervient pour ralentir les dégradations en cours, lorsqu'elles ont déjà débuté. Le but est ici d'empêcher l'aggravation et de commencer à améliorer l'état des ressources et la fonction des écosystèmes. L'impact de l'atténuation se remarque plutôt à court ou à moyen terme ; l'effet incitatif sur la poursuite des efforts est important.

La réhabilitation est nécessaire lorsque les terres sont dégradées au point que l'utilisation initiale est impos-

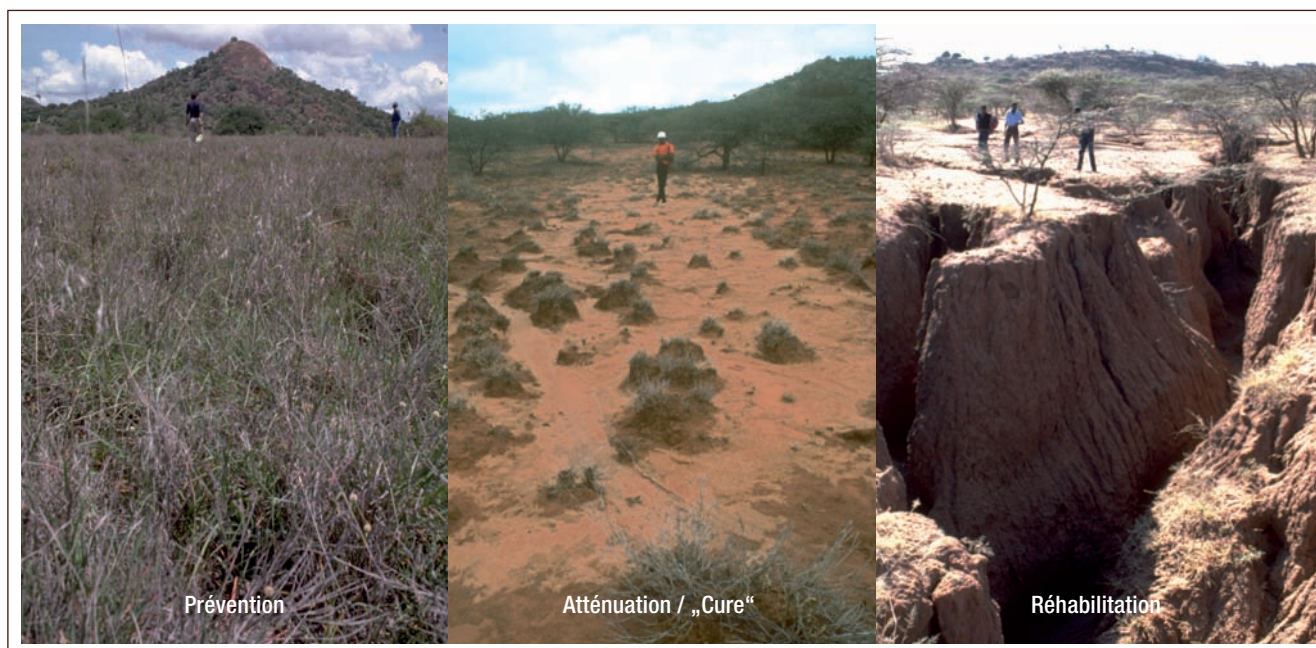


Figure 9 : Prévention, atténuation et réhabilitation dans la dégradation de terres distantes de moins d'un demi kilomètre. (Hanspeter Liniger)



Girafes, Parc national d'Amboseli, Kenya. (Hanspeter Liniger)

sible, que la terre devient largement improductive et que l'écosystème est sérieusement perturbé. La réhabilitation nécessite en général de lourds investissements et produit des bénéfices à moyen ou long terme.

D'importants efforts et investissements ont été faits dans la mise en œuvre de mesures structurelles. Elles sont la partie visible de la contribution de la GDT, mais elles sont onéreuses et pourraient souvent être remplacées par des mesures agronomiques, végétales ou de gestion moins exigeantes. D'une manière générale, la priorité sera d'abord donnée aux mesures agronomiques et/ ou végétales nécessitant un minimum d'apports externes. Il ne sera fait recours aux mesures structurelles que lorsque les options « bon marché » s'avéreront inadaptées. De plus, les mesures structurelles seront si possible combinées avec des mesures végétales ou agronomiques permettant de protéger les structures et les rendant directement pro-

Dégradation des terres en Afrique

- 67% des terres africaines sont déjà touchées par la dégradation. 4-7% de l'ASS est sévèrement atteinte, la plus forte proportion du monde.
- Les pertes cumulées de productivité sont de 25% pour les cultures et de 6,6% pour les pâturages.
- La dégradation des terres est attribuée à : surpâturage (50%), mauvaises pratiques de gestion agricole (24%), défrichage (14%), surexploitation (13%).

Erosion hydrique et éolienne : surtout pertes de la couche arable / érosion de surface, ravinement, et dégradation hors site

- Les pertes annuelles moyennes de rendement dues à l'érosion des sols sont évaluées à 6,2%
- Erosion hydrique : 46% de la surface des terres
- Erosion éolienne : 38% des terres, surtout dans les zones arides

Dégradation chimique des sols : déclin de la fertilité, chute du taux de matière organique, salinisation

- Quatre fois plus de nutriments sont extraits des sols que ce que le fumier et les engrais apportent. L'Afrique perd l'équivalent de 4 milliards US\$ chaque année à cause des exportations de nutriments.
- La salinisation a provoqué la perte de 30% des terres irriguées : Kenya (30%), Namibie (17%), Nigéria (34%), Soudan (27%) et Tanzanie (27%)
- Pertes de terres irriguées dues à l'asphyxie : RD Congo (20%), Mauritanie (50%) et Gambie (10%)

Dégradation physique des sols : compactage, scellage, en-croûtement et asphyxie

(Sources : Oldeman 1994 et 1998 ; Versveld et al, 1998 ; Reich et al. 2001 ; FAOSTAT, 2004 ; FAO, 2007 ; SARD, 2007 ; WOCAT, 2008a; WB, 2010)

Dégradation biologique : diminution de la couverture végétale, perte d'habitats, perte de biomasse, effet délétère des feux, déclin de la diversité, de la quantité / qualité des espèces, perte de faune du sol, augmentation des ravageurs, diminution des prédateurs.

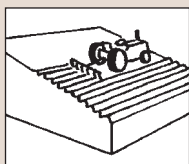
- Même si elle n'abrite que 17% des forêts mondiales, l'Afrique est le siège de la moitié de la déforestation globale.
- Dans la plupart des régions d'Afrique, le taux de déforestation est de 30:1 par rapport à la replantation. Le taux de 0,6 par an depuis 15 ans est parmi les plus élevés au monde (surtout en Afrique de l'Ouest humide et sub-humide).
- 86% de la déforestation est attribuée à l'agriculture ; 54% de cette surface sert à l'agriculture de subsistance, le reste à l'agriculture intensive.
- En Afrique du Sud et au Lesotho, les plantes invasives couvrent environ 10 millions d'ha (8% des surfaces totales) et gagnent 5% par an.

Dégradation hydrique : aridification, modification du régime des eaux de surface et des nappes phréatiques et de leur niveau, déclin de la qualité des eaux de surfaces et des sous-sols, perte de l'effet tampon des zones humides.

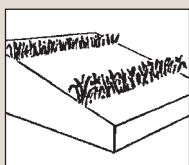
- 70% des sols d'Afrique souffrent de stress hydrique périodique
- 86% des sols d'Afrique sont sous stress hydrique permanent
- Le niveau des nappes phréatiques a chuté dans de nombreuses régions ; de nombreux puits sont taris.
- Davantage de fluctuations du régime des rivières, ruisseaux et sources ; plus de crues au cours des saisons des pluies, de plus longues périodes de déficit hydrique en saison sèche.

Les catégories de mesures de GDT

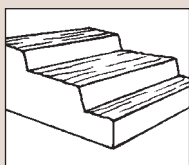
Les mesures de prévention, d'atténuation et de réhabilitation de terres dégradées et la restauration des services écosystémiques peuvent être classifiées en quatre catégories (WOCAT, 2008).



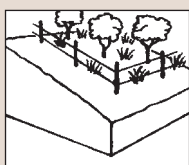
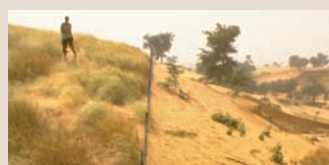
Mesures agronomiques : celles qui améliorent la couverture du sol (couvert végétal, paillage), qui augmentent le taux de matière organique / la fertilité du sol (fumure) ; le traitement du sol en surface (labour réduit) ou profond (sous-solage).



Mesures végétales : plantation / semis d'arbres et de buissons (p. ex. haies vives, bandes boisées), herbes et graminées pérennes (p. ex. bandes enherbées).



Mesures structurelles : terrasses (banquettes, penchées en avant / arrière), diguettes (de niveau ou inclinées) ; barrages, dépressions ; fossés (plans, en dégradé) ; murs barrières, palissades.



Mesures de gestion : modification de la destination des terres (p. ex. enclos), changement de gestion, de l'intensité d'exploitation (p. ex. du pâturage à la fauche) ; périodes d'intervention modifiées ; contrôle / modification des associations d'espèces :

Toutes les **combinaisons** des mesures ci-dessus sont possibles : p. ex. terrasses (structurelles) et bandes enherbées, forestières (végétales) et buttes en courbes de niveau (agronomiques).

ductives (p. ex. herbe fourragère sur diguettes). Les différentes mesures peuvent souvent être appliquées en même temps, combinant ainsi plusieurs fonctions et créant des synergies. Ces combinaisons de mesures qui tendent vers une gestion intégrée des sols et de l'eau, des cultures et de l'élevage, de la fertilité et des ravageurs sont prometteuses car elles augmentent la résilience des écosystèmes et des moyens d'existence.

Amélioration de la biodiversité

La conservation de la biodiversité est l'un des grands enjeux de la gestion durable des terres et de la protection des fonctions des écosystèmes en ASS. La diversité biologique de l'ASS est à la fois abondante et d'une grande richesse. La deuxième plus grande forêt tropicale après l'Amazonie se trouve en Afrique centrale. Elle abrite l'une des plus

grandes des plus grandes diversités biologiques d'Afrique en termes de faune et de flore et ses services écologiques jouent un rôle primordial dans le monde (Owen, 2004). De plus, la biodiversité des zones arides possède des caractéristiques souvent négligées : une grande hétérogénéité, une diversité de micro-organismes, la présence d'espèces sauvages parentes d'espèces domestiques et des utilisations de terres traditionnelles (pastoralisme, parcours boisés, culture-élevage, cultures associées, etc.) (Bonkougou, 2001 ; Mortimer, 2009). La gestion durable des forêts naturelles, boisements, zones humides, savanes et déserts et offre à la fois la protection de la biodiversité et de l'environnement et une occasion de sécurité alimentaire et d'allègement de la pauvreté. L'ASS abrite les parcs nationaux les plus riches et les plus beaux du monde, qui offrent, en plus de leur valeur intrinsèque, des revenus et des emplois issus du tourisme.



Afforestation autour du mont Kenya. (Hanspeter Liniger)

La biodiversité végétale et animale est vitale pour le bien-être humain, en particulier pour la production alimentaire, mais aussi pour les fibres vestimentaires, le bois d'œuvre, le combustible, les médecines naturelles ; elle possède aussi une forte signification culturelle et spirituelle. L'agro-biodiversité englobe les plantes, le bétail et les poissons domestiqués, les ressources végétales et animales sauvages ainsi que la biodiversité qui « soutient » les productions agricoles grâce au recyclage des nutriments, au contrôle des ravageurs et à la pollinisation. L'agro-biodiversité est le résultat d'une sélection rigoureuse et du travail inventif d'exploitants agricoles dont les conditions d'existence dépendent de la gestion durable de cette biodiversité. Les exploitants agricoles valorisent cette biodiversité agricole dans leurs systèmes qui sont bien moins menaçants pour la biodiversité que les systèmes mécanisés à grande échelle (Mortimer, 2009). La promotion de la diversité génétique des plantes cultivées fait partie de leur stratégie d'adaptation à l'imprévisibilité climatique ; elle étale aussi la disponibilité des produits alimentaires dans le temps (Bonkoungou, 2001).

L'Afrique subsaharienne est le berceau d'une agro-biodiversité d'importance internationale. Le sorgho (*Sorghum vulgare*), le millet perle ou mil (*Pennisetum typhoides*) et le millet à grappes (*Eleusine coracana*), le niébé (*Vigna unguiculata*), divers ignames et le café

(Harrison et al., 1969, 1985) en sont originaires. Certaines espèces endémiques sont importantes, comme le thé rooibos, limité à l'Afrique du Sud. L'Afrique dépend encore très largement d'un grand nombre de variétés locales : sa biodiversité agronomique ne doit pas être sous-estimée. Le principe de précaution doit être appliqué à la protection de la biodiversité : maintenir le plus possible de variétés domestiques d'animaux et de plantes pour leur potentiel futur.

Les gardiennes de la diversité des variétés culturelles d'Afrique de l'Ouest

Les femmes ont un rôle dominant à tous les niveaux du système alimentaire d'Afrique de l'Ouest. Elles sont souvent responsables de la gestion de parcelles de terres de la ferme familiale ou de cultures vivrières autour de la maison. Alors que l'alimentation se simplifie, que la nourriture traditionnelle riche est remplacée par des glucides et des graisses raffinées, le rôle des femmes dans la promotion d'un régime riche en variétés locales est capital (Smith, 2008).

Changement climatique : un défi ou de nouvelles opportunités ?

Pour l'ASS, le changement climatique est une préoccupation majeure, apportant avec lui tout un cortège de défis. La GDT possède sans aucun doute un énorme potentiel pour atténuer les effets du changement climatique. Les études dans ce domaine montrent le rôle essentiel des sols en termes de stockage et de puits de carbone. Les pratiques de GDT contribuent non seulement à stocker le carbone dans le sol mais protègent de la variabilité du climat. Les technologies et approches de GDT sont en train de s'adapter et d'innover, en réponse au changement climatique : ces expériences devront être prises en compte, étudiées et mises à profit (Woodfine, 2009).

Le fait de devoir s'adapter aux changements de leur environnement (y compris climatique) n'est pas nouveau pour les utilisateurs de terres. Les pratiques traditionnelles de GDT peuvent servir de porte d'entrée pour l'amélioration de la résilience des systèmes, mais pour gérer le changement du climat, elles seront insuffisantes à elles seules à moyen et à long terme (FAO, 2009b). Des efforts importants doivent porter sur la recherche transdisciplinaire ainsi que sur le suivi et l'évaluation (S&E) des impacts en dehors des sites de la dégradation des terres et de

Le changement climatique en Afrique

Les climats africains sont très divers : régimes humides équatoriaux, régimes tropicaux saisonniers semi-arides ou très arides, climats subtropicaux de type méditerranéen. Ils présentent tous plus ou moins de variabilité, en particulier pour les précipitations. L'exposition géographique d'Afrique, les revenus bas et la dépendance au climat de certains secteurs sensibles comme l'agriculture rendent le continent très vulnérable au changement climatique.

Changement climatique :

- L'Afrique est considérée comme plus exposée au changement climatique que d'autres régions du monde.
- Au cours du 20^{ème} siècle, une grande partie de l'Afrique a subi un réchauffement de l'ordre de 0,7°, de grandes parties du Sahel un subi une chute des précipitations, l'Afrique de l'Est et centrale une augmentation des précipitations.
- Les sécheresses et les inondations se sont multipliées et aggravées au cours des 30 dernières années, surtout dans le sud et l'est de l'Afrique (sur la côte de l'Océan Indien, p. ex. au Mozambique).
- Les prévisions concernant le changement du climat sont incertaines, prévoyant une augmentation des températures de l'ordre de 3-4°, une montée du niveau de la mer de 15-95 cm en 2100 et une plus grande fréquence des événements climatiques extrêmes (sécheresses, inondations et tempêtes). Les saisons de croissance devraient raccourcir dans de nombreuses régions d'Afrique.
- La tendance générale est à l'augmentation des zones marginales. D'une manière générale, l'Afrique s'en sortira plus mal.

Atténuation du changement climatique :

- La plupart des pays africains contribue très peu aux émissions mondiales de gaz à effet de serre.
- Le changement d'utilisation des terres et la déforestation comptent pour 64% dans les émissions de GES en Afrique.
- 30-50% de la savane est brûlée tous les ans, ce qui augmente les émissions de GES et la perte de matière organique. La quantité de carbone stockée dans le sol est le double de celle de la végétation.

(Sources: Desanker and Magadza, 2001; Desanker, 2002; Stern, 2007; FAO, 2009a; FAO, 2009b; Pender et al., 2009; Woodfine, 2009; WB, 2010)

- Le carbone stocké au-dessus du sol a diminué avec la déforestation et le remplacement des systèmes traditionnels d'exploitation par des systèmes à biomasse moins permanente. Le boisement et la diminution de la déforestation auraient un potentiel global de réduction des GES d'environ 6,5%.
- Avec la dégradation des terres, le taux de carbone organique de la couche arable du sol de la plupart des zones arides d'ASS a chuté à moins de 1% ; avec la GDT, le taux de COS peut remonter à 2-3%.

Adaptation au changement climatique :

- Les exploitants agricoles d'ASS savent s'adapter à la variabilité et aux extrêmes du climat, mais les stratégies d'adaptation traditionnelles sont insuffisantes ; des efforts d'innovation sont nécessaires.
- L'adaptation aux grandes variations climatiques et à des événements plus extrêmes est une problématique importante en ASS, surtout dans l'agriculture marginale sensible à la désertification.

Incidences environnementales du changement climatique :

- Effets physiques sur les cultures, pâturages, forêts et troupeaux (quantité, qualité)
- Modifications sur les terres, les sols et les ressources en eau (quantité, qualité)
- Changements et déplacements de végétation
- Nouveaux défis dans la lutte contre les mauvaises herbes et les ravageurs
- Augmentation du niveau de la mer, modifications de la salinité

Incidences socio-économiques du changement climatique :

- Chute des rendements et de la production
- Augmentation du nombre de personnes menacées par la faim et l'insécurité alimentaire
- Diminution du PIB agricole
- Fluctuations des prix sur les marchés mondiaux
- Migrations et troubles civils

la GDT. L'augmentation des événements climatiques extrêmes entraînant des catastrophes telles qu'inondations, glissements de terrain, coulées de boue et sécheresses a aussi des impacts nationaux et globaux. Le rôle de la GDT dans la prévention et l'atténuation des catastrophes doit être reconnu et étudié.

L'atténuation et l'adaptation seront développées dans le passage suivant. Dans le contexte du changement climatique, l'atténuation s'applique aux émissions de gaz à effet de serre et donc à leur impact, alors que l'adaptation se traduit par un changement des pratiques sensées gérer

les impacts du climat modifié (FAO, 2009b). La GDT traite les deux problèmes : en ce qui concerne la réduction, les pratiques de GDT contribuent à séquestrer le carbone dans le sol et la végétation ; pour l'adaptation, ce sont des technologies et approches de GDT suffisamment souples et « résistantes au climat » qui sont la clé du maintien de terres productives et des fonctions des écosystèmes. La GDT soutient les paysans dans les défis qu'ils rencontrent face au changement climatique. Celui-ci agit comme un aiguillon qui encourage une meilleure GDT et fournit de nouvelles occasions de financements, grâce aux raisons évoquées ci-dessus.

Atténuation du changement climatique : Les exploitants agricoles d'ASS peuvent contribuer à l'effort global d'atténuation du changement climatique en adoptant les technologies de GDT qui séquestrent le carbone dans le sol et au-dessus et évitent les émissions de gaz à effet de serre. Les différentes technologies de GDT présentées dans ce document peuvent être une contribution importante et doivent être reconnues comme telles. Même si la réduction des GES n'est pas une priorité pour les paysans pauvres, les pratiques de GDT qui leur profitent directement aident aussi à séquestrer le carbone et à réduire les émissions.

Les mesures suivantes permettent de séquestrer le carbone dans le sol et au-dessus :

- le boisement, le reboisement et la gestion améliorée des forêts ;
- l'agroforesterie, les systèmes sylvo-pastoraux, les systèmes intégrés culture-élevage qui combinent cultures, pâturages et arbres ;
- la gestion améliorée des prairies et des pratiques de pâturage sur parcours naturels, l'optimisation des effectifs de bétail et le pâturage tournant pour maintenir la couverture du sol et la biodiversité végétale ;
- l'amélioration des pratiques de travail du sol – p. ex. l'agriculture de conservation - qui permet d'augmenter le taux de carbone organique du sol (COS) grâce à la couverture du sol par les cultures et le paillage, la perturbation minimale du sol, les jachères, les engrais verts et les rotations de cultures ;
- le microdosage d'engrais pour augmenter la biomasse, les rendements, le COS.

Diminuer les émissions de dioxyde de carbone par :

- la réduction de la dégradation des terres, de la déforestation, de la perte de biomasse et de MO ;
- la limitation de l'utilisation du feu sur les parcours et la gestion forestière ;
- la limitation des heures de fonctionnement des machines agricoles par la mise en pratique du labour réduit et des systèmes agricoles de conservation ;
- des pratiques nécessitant moins de produits agrochimiques.

Réduire les émissions de méthane et d'oxyde nitreux :

- l'amélioration de la nutrition des ruminants,
- la gestion plus efficace des déjections animales (fumiers),
- la gestion plus efficace de l'irrigation dans les rizières,

- la gestion plus efficace de l'azote dans les parcelles cultivées, la réduction des pertes gazeuses grâce à de bonnes pratiques agronomiques (rotations, jachères, fumure et microdosage).

Le boisement, le reboisement et l'agroforesterie permettent d'augmenter efficacement les stocks de carbone au-dessus du sol ; la biomasse des prairies (gestion améliorée des pâturages) et la couverture du sol permanente des cultures devront aussi faire l'objet d'une attention particulière (cf. groupe GDT sur « l'agriculture de conservation »). Le marché du carbone peut permettre de financer la vulgarisation et représente de nouvelles opportunités pour la mise en œuvre de la GDT par les exploitants agricoles (voir page 49).

Le taux de matière organique du sol (MOS) peut augmenter avec la mise en œuvre de pratiques de GDT qui accroissent la biomasse du sol et le perturbent le moins possible, préservent l'eau et le sol, améliorent la structure du sol et stimulent son activité et la diversité de sa faune. Le « labour biologique » du sol et les mécanismes du cycle du carbone et des nutriments sont ainsi favorisés (voir groupe GDT sur « La gestion intégrée de la fertilité du sol ») (FAO, 2009a).

Adaptation du changement climatique : S'adapter au climat signifie tenir compte des impacts et adopter des technologies plus souples et « résilientes » face au changement climatique – mais aussi des approches qui demandent flexibilité et réactivité face au changement. Dans ce contexte, les exploitants agricoles devront rester attentifs aux pratiques alternatives.

La mise en œuvre de pratiques de GDT qui augmentent le taux de MO facilite l'adaptation au CC. Les terres deviennent plus « résilientes », elles « résistent » au climat par leur flexibilité, leur structure améliorée, leur capacité d'infiltration et de rétention, par une vie du sol et une production de biomasse accrues (Scherr et Sthapit, 2009).

Dans de nombreuses pratiques de GDT, le paillage et la couverture du végétal protègent le sol du vent, des températures excessives et des pertes par évaporation ; ils diminuent les exigences en eau et rallongent la période de croissance. Avec le changement climatique, ces modifications peuvent s'avérer vitales dans de nombreuses régions d'ASS. Toute pratique qui améliore la gestion de l'eau augmente la résilience au CC. Cet objectif peut être atteint

en limitant les pertes d'eau et en collectant l'eau de pluie afin de favoriser le stockage de l'eau dans le sol et dans des réservoirs.

Les pratiques qui diversifient les revenus et diminuent les risques d'échec de production, par exemple les systèmes intégrés culture-élevage et les variétés adaptées ou améliorées de plantes augmentent l'adaptabilité.

Ainsi, le fait d'éviter ou de renverser les processus de dégradation des terres – en renforçant la santé de l'écosystème et en améliorant le microclimat – augmente à la fois la résilience face à la variabilité climatique et les productions agricoles. La solution miracle aux problèmes rencontrés par les exploitants agricoles confrontés au changement climatique n'existe pas. Cependant, et d'une manière générale, presque toutes les pratiques de GDT présentées dans ces recommandations contribuent (à des degrés divers) à la fois à atténuer le CC et à trouver des stratégies d'adaptation.

Les synergies entre adaptation et atténuation : Les synergies entre la diminution de la dégradation des terres, la préservation de la biodiversité, la sécurité alimentaire, la réduction de la pauvreté et la modération et l'adaptation au changement climatique au travers de la GDT engendrent de nombreux bénéfices. Une approche multifocale à la GDT, qui prend en compte les services rendus par les écosystèmes ainsi que le bien-être humain, aura plus de chances de réussir qu'une autre qui ne considérerait que l'atténuation du CC et l'adaptation à celui-ci. La GDT ne concerne pas que les petits exploitants agricoles : de nombreuses pratiques de GDT peuvent améliorer la durabilité et la résilience aux variations climatiques de l'utilisation commerciale des terres à moyenne et grande surface et contribuer à atténuer le CC.

Certains processus d'atténuation peuvent cependant entrer en conflit avec la sécurité alimentaire et vice-versa. Par exemple, la production de biocombustibles entraîne une compétition pour les terres et l'eau. Les synergies ou les antagonismes entre adaptation et atténuation, dans l'agriculture, la foresterie et la pisciculture – au niveau global, régional et local – sont peu documentés. Des efforts devront être faits en faveur de la recherche pour les connaissances en matière de gestion, afin d'identifier les circonstances et les conditions dans lesquelles la sécurité alimentaire, l'adaptation et l'atténuation peuvent cohabiter.

Atténuation du changement climatique et adaptation (principes)

Atténuation :

- Augmenter le stock de carbone sur et dans le sol : améliorer la couverture du sol, biomasse augmentée, paillage, engrais verts et organiques, travail du sol réduit, conservation de l'eau et des sols p. ex. par boisement, agroforesterie, agriculture de conservation, gestion des résidus.
- Diminuer les émissions de gaz à effet de serre (GES) : ralentir la dégradation de la végétation et des sols, limiter les brûlis, les heures de travail sur machines, améliorer la gestion des troupeaux et de l'irrigation, optimiser l'utilisation des engrais et des fumiers.

Adaptation :

Identifier et promouvoir les technologies polyvalentes et résilientes

- améliorer la couverture du sol et les conditions microclimatiques : par paillage, cultures, herbe, arbres
- améliorer la fertilité des sols : par carbone organique du sol, structure du sol, cycle des nutriments
- améliorer le captage de l'eau, le stockage (dans le sol, des réservoirs, etc.) et la distribution
- diminuer les pertes d'eau : évaporation, ruissellement non contrôlé, fuites dans les systèmes d'irrigation

Encourager les approches et stratégies d'adaptation

- proposer des options de GDT aux exploitants agricoles
- encourager l'innovation locale

Solutions « trois fois gagnantes »

En conclusion, pour assurer la sécurité alimentaire et le développement en général en ASS, la priorité absolue est d'augmenter la productivité alimentaire, des fibres et des combustibles, en :

- intensifiant la production agricole, qui possède de gros potentiels ; le défi consiste à améliorer sans cesse les pratiques durables ;
- diversifiant les productions agricoles qui contribuent au renforcement de la résilience aux changements (du climat, des marchés ou des politiques) ;
- augmentant les surfaces agricoles : ce potentiel est cependant limité. La plupart des bonnes terres exploitables est déjà utilisée.

Quatre principes guident la GDT en ASS pour intensifier, diversifier ou augmenter les surfaces et la productivité des terres :

1. améliorer la productivité de l'eau et l'efficacité de son utilisation sur les terres pluviales et irriguées ;
2. améliorer la fertilité des sols ;
3. améliorer la gestion végétale : le potentiel végétal et le contrôle des mauvaises herbes, des parasites et des maladies ;
4. améliorer le microclimat.

Pour les bonnes pratiques de GDT, les points clés sont : une bonne couverture des sols, l'amélioration du taux de MOS, l'économie d'eau et la collecte des eaux, le recyclage des nutriments, une meilleure gestion des plantes et du bétail ainsi que le contrôle des parasites et des maladies. Certaines pratiques concernent la couverture maximale du sol, sa perturbation minimale, la valorisation de l'activité biologique du sol, la gestion intégrée de la fertilisation des plantes, le développement intégré des systèmes culture/ élevage/ agroforesterie, la gestion souple des systèmes pastoraux traditionnels et la limitation du brûlis (Woodfine, 2009).

Les bonnes pratiques de gestion des terres profitent à tous (solutions gagnant-gagnant-gagnant). Les pratiques de GDT présentées en partie 2 améliorent la productivité, les moyens d'existence et les écosystèmes.

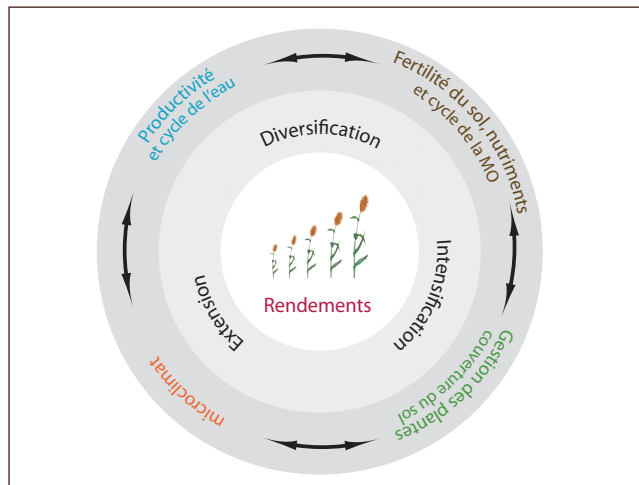


Figure 10 : les clés de l'amélioration de la productivité des sols et de la sécurité alimentaire.

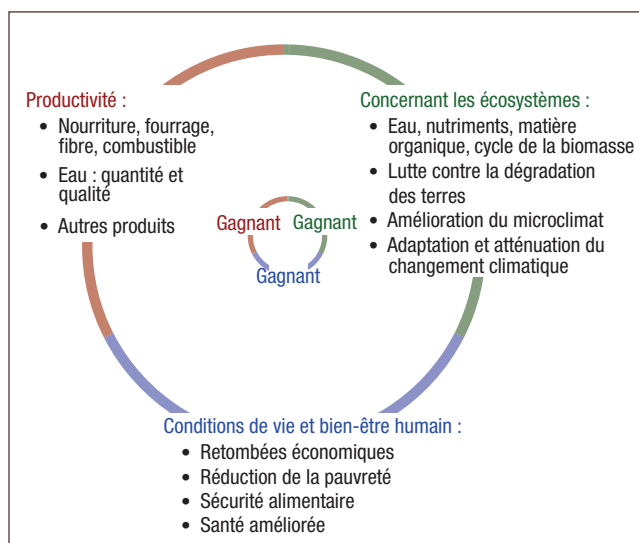


Figure 11 : Solutions gagnant-gagnant-gagnant pour les moyens d'existence, les écosystèmes et la productivité.

Tableau 3 : Stratégies et pratiques permettant d'améliorer la productivité des terres et les rendements

Principes	Buts	Stratégies	Pratiques de GDT choisies (voir études de cas en partie 2)
Efficacité d'utilisation de l'eau et productivité	augmenter la disponibilité de l'eau en agriculture pluviale	réduire le ruissellement, optimiser l'infiltration de la pluie et son stockage dans le sol	couverture du sol, compost, culture selon les courbes de niveau, agriculture de conservation, haies vives, diguettes de terre et de pierre, terrassements, fanya juu, etc.
		diminuer l'évaporation improductive	bon couvert végétal, cultures associées, paillage, brise-vents, agroforesterie, etc.
		recueillir la pluie et la diriger vers les cultures ou pour d'autres utilisations	trous de plantation, diguettes en demi-lune, micro-bassins, diguettes en courbe de niveau, lignes de pierre, bandes végétalisées, bandes de déchets, rétention de l'eau de ruissellement, petits barrages, etc.
	augmenter la disponibilité de l'eau en agriculture irriguée	réduire les pertes d'eau des systèmes d'irrigation	doublage des canaux, profonds et étroits plutôt que peu profonds et larges, bon entretien, tuyaux, etc.
		apports d'eau efficaces et efficaces	irrigation à l'arrosoir, goutte à goutte, micro-aspersion, irrigation basse pression, en rigole améliorée, irrigation de supplémentation, irrigation en cas de déficit, etc.
		recharger les aquifères/ nappes phréatiques et les retenues pour permettre l'irrigation hors-saison	petits barrages, mares, réservoirs enterrés, barrages et réservoirs à percolation, structures de diversion et de recharge, etc.
augmenter l'absorption d'eau par les plantes	augmenter l'évapotranspiration productive	afforestation, agroforesterie, rotation optimale des cultures, cultures associées, variétés améliorées, dates de plantation, etc. plantes et racines vigoureuses grâce à la fertilité du sol et à la gestion de la matière organique, contrôle des ravageurs et maladies, gestion des mauvaises herbes, etc.	
Fertilité du sol	améliorer la disponibilité et l'absorption des nutriments	diminuer les exportations et pertes de nutriments	compostage et fumure (p. ex. parcage), gestion intégrée de la fertilité (organique et inorganique), microfertilisation, engrais verts, rotations avec légumineuses, jachères avec arbres et buissons légumineux, semis de prairies améliorées, pâturage tournant, etc.
		améliorer la capacité du sol à retenir les nutriments et la capacité d'absorption des plantes	zéro-labour ou minimal, améliorer l'activité biotique du sol, augmenter les taux de MOS. du sol, paillage, suppression du brûlis (gestion des résidus), etc.
Gestion des plantes	optimiser les rendements	utiliser les plantes les plus adaptées et en optimiser la gestion	choix des espèces et variétés, variétés tolérantes à la sécheresse, résistantes aux parasites et maladies, etc. dates de plantation, géométrie de plantation, gestion de la fertilité et de l'eau, etc.
Microclimat	créer des conditions de croissance favorables	diminuer l'évapotranspiration	Brise-vent, agroforesterie, haies, haies vives, zones boisées, couverture du sol, canopée dense, etc.
		optimiser la température et le rayonnement	Agroforesterie, paillage végétal et non végétal, etc.
		diminuer les dégâts mécaniques causés aux plantes	Brise-vent, palissades, paillage végétal et autre, etc.