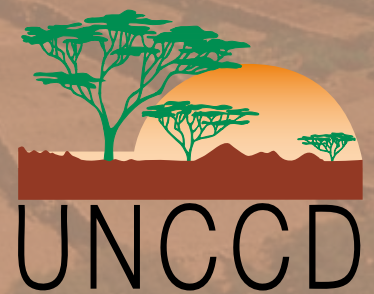




LES BÉNÉFICES DE LA GESTION DURABLE DES TERRES

WOCAT
World Overview of Conservation Approaches and Technologies





Avant-propos

En cette époque marquée par la crise rampante et le déclin économique généralisé, où la crise alimentaire de 2007-2008 toujours latente semble quelque peu « oubliée » et où les gouvernements s'efforcent de mettre en œuvre des politiques de redressement qui ne tiennent pas compte du potentiel de la gestion des terres et des sols, il est d'une importance cruciale de mettre en évidence les « avantages de la gestion durable des terres ».

La désertification, la dégradation des terres et la sécheresse touchent plus de 2 milliards de personnes et la situation pourrait s'aggraver, sous les effets conjugués d'une gestion non durable des sols et de l'eau, dans le contexte des scénarii actuels de changement climatique. Afin de renverser cette tendance, la stratégie décennale de la Convention des Nations Unies pour la lutte contre la désertification (CNULD) met en avant toute l'importance qu'il faut accorder à la science, aux systèmes de partage des connaissances et à la sensibilisation pour renforcer l'action des décideurs. Les pratiques de gestion

durable des terres, qui incluent notamment l'agriculture durable, génèrent d'importants bénéfices locaux, régionaux et mondiaux. Elles contribuent également à la fourniture de services environnementaux essentiels tels que la régulation des cycles de l'eau ou la séquestration du carbone et favorisent la préservation de la biodiversité agricole. Ce document vise à mettre en évidence les bénéfices de la gestion durable des terres (GDT) à toutes les échelles d'intervention. J'espère, de ce fait, qu'il constituera un instrument utile pour améliorer la connaissance et la compréhension des décideurs quant aux avantages de la GDT dans le cadre des diverses politiques sectorielles concernées.

Luc Gnacadja
Secrétaire Exécutif de la CNULD

Quelques chiffres...

2,6 milliards de personnes dépendent directement de l'agriculture.
52% des terres utilisées pour l'agriculture sont modérément ou gravement affectées par la dégradation des sols.
4 à 6 millions d'hectares de terres cultivées sont perdues chaque année du fait d'un usage inapproprié par l'homme.
Dans les pays en développement, la surface de terre cultivée par habitant a diminué de 0,43 ha à 0,26 ha entre 1960 et 1990.

Les zones arides: objet d'une attention particulière

1,2 milliards de personnes vivent dans des zones où l'eau est rare.
Les zones arides couvrent 41% de la surface de la Terre.
2,6 milliards de personnes (44%) sont affectées par la désertification.
Les zones arides ont vu leur population croître de 18,5% dans les années 1990.
Le PIB des zones arides est inférieur de 50% à celui de zones non arides.
La régénération naturelle du couvert végétal et des sols en zone aride prend 5 à 10 fois plus de temps que dans les zones à précipitations plus importantes et plus régulières.

Les différents usages de la terre et leurs défis

Les principaux usages agricoles de la terre en zone aride sont la culture pluviale, la culture irriguée et le pâturage. Des phénomènes de dégradation spécifiques des sols existent pour chacun de ces usages.

Terres en culture pluviale

Surface totale mondiale : 1,5 milliards d'hectares
Proportion affectée par la dégradation des sols : 38%
55% des produits alimentaires (en valeur brute) sont issus de l'agriculture pluviale. En zone sèche, ce type d'agriculture est principalement utilisé par des petits producteurs et pour la production vivrière.

Défis

- Augmentation des surfaces cultivées et diminution du couvert végétal naturel ;
- Teneurs insuffisantes des sols en matière organique et en nutriments
- Combustion de la matière organique (résidus de récolte, feux de brousse...);
- Erosion du sol (éolienne et par ruissellement).

Terres en culture irriguée

Surface totale mondiale : 252 millions d'hectares.
Culture irriguées en pourcentage des cultures pluviales : 20%
Culture irriguées affectées par la salinisation : 20%
Besoin en eau pour la production de céréales : 1 000 à 1 500 l/kg
Besoin en eau pour la production de viande : 15 000 l/kg

L'irrigation conduit souvent à l'épuisement et à la contamination des eaux de surface et de profondeur, pouvant conduire à des conflits d'usage. Les terres irriguées sont souvent fortement affectées par la salinisation et par une forte imbibition, dues à un apport excessif d'eau et à une insuffisance de drainage. La perte annuelle de revenus pour les agriculteurs, liée à la salinisation des sols, est estimée à 11 milliards de dollars.

Défis

- Surexploitation des ressources en eau
- Usage inefficace de l'eau
- Erosion et salinisation des sols

Terres en pâturage

Surface totale mondiale : 3,4 milliards d'hectares
Proportion affectée par la dégradation des sols : 73%

Le cheptel a considérablement augmenté dans les zones de pâturage ces dernières années. En zone aride, les pâturages incluent des arbres, broussailles et savanes herbeuses, ainsi que des steppes et pâturages d'altitude. Les pasteurs nomades font pâturer leurs animaux de façon extensive sur de vastes étendues, alors que les petits agriculteurs sédentaires exploitent intensivement des pâturages sur des étendues restreintes.

Défis

- Surpâturage, feux volontaires et développement de plantes indésirables ;
- Teneur insuffisante du sol en carbone organique ;
- Dégradation des sols : érosion, compactage, apparition du phénomène d'encroûtement ;
- Pâturage extensif libre, sans règle claire d'usage de la terre.



Culture pluviale sur terres en pente, préservées par des bandes végétalisées plantées le long des courbes de niveau. (Tanzania).



Culture irriguée intensive en zone aride au Cap Vert



Pâturage : de jeunes bergers gardent un troupeau mixte au Kenya

Les services environnementaux

Le maintien du fonctionnement d'un écosystème et des services qu'il fournit est une condition préalable à la gestion durable des terres (GDT). La GDT recèle un potentiel important de préservation et de valorisation des services environnementaux des écosystèmes pour toute forme d'utilisation des terres. La dégradation des sols et de la végétation, la mauvaise gestion des ressources en eau ainsi que les émissions de gaz à effet de serre peuvent être limitées par des pratiques de gestion durable des terres qui permettent simultanément de préserver les ressources naturelles et d'augmenter les rendements. Les services environnementaux fournis par la GDT sont de trois ordres: les services d'approvisionnement, les services de régulation et les services socioculturels.

LES SERVICES D'APPROVISIONNEMENT

Apport de nourriture, de fourrage, de fibres, de combustible et d'eau douce.

Pourcentage de la population mondiale n'ayant pas un accès permanent à l'eau potable	19%
Pourcentage de la population mondiale n'ayant pas un accès permanent à une source d'énergie	30%
Diminution moyenne des rendements mondiaux du fait de la dégradation des sols ou du manque d'eau	16%
Amélioration potentielle des rendements par des pratiques de GDT	30-170%
Amélioration potentielle des rendements par des techniques de séquestration du carbone	10-150%
Le potentiel d'amélioration des rendements est plus élevé dans les systèmes d'agriculture à faible rendement	1t/ha
Perte estimée de revenu du fait de la désertification et de la dégradation des sols (en milliards US\$/ an)	
- Terres en cultures pluviales	8,2
- Terres en cultures irriguées	10,8
- Terres en pâturages	23,3

La productivité à long terme est menacée par la dégradation croissante des sols et la pénurie d'eau, suffisamment graves pour réduire les rendements à l'échelle mondiale. La sécheresse et les autres événements climatiques majeurs peuvent entraîner d'importantes pertes de production qui affectent avant tout les petits agriculteurs dont le mode de vie repose en grande partie sur l'agriculture de subsistance, mode d'agriculture le plus répandu en zone aride. La pauvreté y est très répandue. L'accès à l'eau potable et à l'énergie est souvent difficile. L'optimisation des cycles de l'eau, du carbone, des éléments nutritifs et de la biomasse est un préalable à l'amélioration de la productivité.

La GDT contribue à :

- améliorer la sécurité alimentaire, surtout celle des petits agriculteurs;
- fournir une source locale d'énergie;
- fournir une source locale d'eau potable

LES SERVICES DE RÉGULATION

Les sols et le couvert végétal – régulation de l'eau, du carbone et de la biodiversité

A l'échelle mondiale, 75 milliards de tonnes de terre arable sont perdues chaque année des suites de l'érosion éolienne ou du ruissellement	
Pertes cumulées de productivité du fait de la dégradation des sols depuis la 2 nd e Guerre Mondiale	
- terres cultivées	12,7%
- pâturage	3,8%
Pourcentage de savane brûlée chaque année en Afrique	30-50%
Taux annuel moyen de formation du sol (pédogenèse)	1 t/ha
Moyenne estimée des pertes annuelles de sol des zones cultivées d'Afrique, d'Amérique du Sud et d'Asie	30-40 t/ha
Perte estimée en éléments nutritifs des terres agricoles en Afrique sub-saharienne	22 kg N/ha 2,5 kg P/ha 15 kg K/ha

Amélioration des sols et recyclage des éléments nutritifs

L'utilisation de plus en plus intensive des sols pour les grandes cultures et l'élevage, le développement des « open fields » et les feux de brousse et de savane provoquent une perte importante du couvert végétal. En conséquence, les ruissellements et les pertes de sols par érosion mécanique (eau et vent) augmentent, de même que la perte de carbone organique, l'apparition de croûte de battance, le dessèchement des sols ainsi que la baisse du niveau des eaux souterraines et de surface. De plus, le sol est appauvri en éléments nutritifs par l'érosion et le lessivage.

La GDT contribue à:

- favoriser la formation du sol et en limiter la dégradation;
- améliorer la capacité de rétention en eau du sol, en favorisant la formation du sol et son fonctionnement;
- améliorer la production primaire et le recyclage des éléments nutritifs;
- préserver la biodiversité de l'exploitation agricole grâce à l'agroforesterie, aux cultures intercalaires, à la jachère et à la préservation de semences locales adaptées.

Séquestration du carbone dans le sol

L'expansion des terres cultivées, le labour de plus en plus profond et la perte de couvert végétal par déforestation et surpâturage ont conduit à une perte accélérée de la matière organique du sol. Ce processus est exacerbé par les feux de brousse dans les zones extensives. Ainsi, d'importantes quantités de gaz à effet de serre comme le CO₂ ou le méthane sont libérées. La régénération des sols et des écosystèmes dégradés ainsi que l'adoption de pratiques de GDT représentent des solutions pour contribuer à réduire les quantités de CO₂ de l'atmosphère. Dans les sols dégradés des zones sèches, le taux de carbone organique est souvent inférieur à 1%, alors qu'il peut être relevé à 2 ou 3% par de bonnes pratiques de gestion des terres.

La GDT contribue à:

- reconstituer le stock de carbone du sol et le couvert végétal ;
- réduire les quantités de CO₂ atmosphérique et limiter le réchauffement climatique

Régulation des eaux

Une gestion des terres inappropriée peut affecter sérieusement la disponibilité et l'approvisionnement en eau en modifiant le cycle de l'eau des zones sèches. La perte de couvert végétal et de litière réduit considérablement les infiltrations d'eau dans le sol et accroît les ruissellements de surface. Les sols nus perdent aussi plus rapidement leur eau par évaporation, ce qui diminue l'humidité du sol et les réserves en eaux souterraines. Une gestion appropriée contribue à optimiser le cycle de l'eau.

La GDT contribue à:

- préserver l'humidité du sol (pour la production végétale)
- accroître la production primaire
- réguler les rivières, les lacs et les eaux souterraines
- réguler les transferts d'eau d'amont en l'aval, en réduisant les inondations et en ralentissant des flux.

Stock de carbone (C) mondial	
- dans les sols (carbone organique du sol - COS)	1550 Gt
- dans la végétation vivante	540-610 Gt
- dans l'atmosphère	760 Gt
Estimation des pertes mondiales cumulées de C dans les écosystèmes cultivés	55-78 Gt
Stock de COS (carbone organique du sol) dans le premier mètre d'épaisseur:	
- moyenne mondiale	50-150 t/ha
- en zones arides	30 t/ha
Réduction du stock de COS après conversion d'un écosystème naturel en écosystème cultivé	- 60-75%
Séquestration de C dans le sol par une gestion améliorée des terres:	
-taux annuel potentiel	
dans les régions chaudes et sèches	50-150 kg C/ha
dans les régions fraîches et humides	100-1000 kg C/ha
- compensation potentielle des émissions de C issues des carburants fossiles par séquestration	5-15%
Réserves mondiales d'eau douce	35,000,000 km ³
- eaux souterraines	28%
- rivières et lacs	0,26%
- humidité du sol	0,05%
Réserve d'eau douce utilisable (<1%)	200,000 km ³
Taux de renouvellement à l'échelle mondiale	
Humidité du sol	2 semaines à 1 an
Rivières et lacs	2 sem. à 10 ans
Eaux souterraines	2 sem. à 10 000 ans
Part de l'humidité du sol utilisée par l'agriculture	80%
Part de l'eau prélevée pour l'agriculture	70%
Perte d'eau de pluie par ruissellement ou évaporation dans les zones sèches	50-80%
L'efficacité d'utilisation de l'eau peut être améliorée jusqu'à:	100%

LES SERVICES CULTURELS ET SOCIAUX

Bénéfices pour la culture et la société

Les paysages culturels intègrent tradition, savoir-faire et expériences acquis au fil des siècles. Les paysages culturels et naturels sont le socle de l'identité culturelle.

La GDT contribue à:

- préserver les paysages culturels et naturels ainsi qu'à protéger cet héritage;
- valoriser les connaissances et méthodes locales de production;
- développer l'écotourisme.

Jusqu'ici, 55 sites ont été inscrits sur la liste du patrimoine mondial en tant que paysages culturels.

Selon l'UNESCO, les paysages culturels sont «le travail combiné de la nature et de l'homme».

De nombreux paysages culturels et naturels inscrits sur les listes du patrimoine mondial de l'UNESCO et de la convention RAMSAR sont situés dans des zones sèches.

Les bonnes pratiques de GDT contribuent à maintenir et à renforcer les services environnementaux des écosystèmes. Une sélection de pratiques de GDT est présentée dans les pages suivantes en lien avec les trois types de services environnementaux ci-dessus. Ces pratiques ont été choisies pour illustrer un service particulier, mais elles offrent toutes de nombreux autres services.

Des avantages pour l'approvisionnement de nourriture, de fibre, de combustible, de fourrage et d'eau potable.



Association de productions animales et végétales: Coexistence de cultivateurs et de pasteurs en Syrie. Photo: Hanspeter Liniger



Irrigation à petite échelle au Sahel: produire une nourriture de haute qualité tout en rechargeant les eaux souterraines. Photo: Ernst Gabathuler



Pâturages: production de viande, de lait et de déjections. Photo: Hanspeter Liniger

La nourriture, l'eau et l'énergie sont indispensables pour satisfaire les besoins élémentaires de l'homme. **La multifonctionnalité liée à un usage durable de la terre** rend cette satisfaction possible. En effet, à l'inverse d'un usage monofonctionnel qui vise essentiellement la maximisation du profit, la GDT, multifonctionnelle par nature, cherche à créer des **synergies** qui génèrent des bénéfices tant économiques qu'écologiques.

L'association entre production de céréales et élevage est au cœur de l'usage multifonctionnel de la terre. Elle permet d'optimiser les cycles des éléments nutritifs et de la biomasse sur le site de l'exploitation. Les jachères et résidus de récolte peuvent servir de fourrage, et les déjections animales peuvent servir de fertilisant de haute qualité.

Usage multifonctionnel de la terre dans différents agrosystèmes.

Cultures pluviales: La priorité est aux cultures vivrières et de rente. Les risques inhérents au climat, aux nuisibles et aux fluctuations des marchés sont limités par la diversification des cultures. La rotation des cultures, les cultures intercalaires et l'agroforesterie sont des pratiques prometteuses. L'agroforesterie, qui associe cultures annuelles et essences ligneuses ou buissonnantes, permet de couvrir une part significative des besoins énergétiques de l'exploitation.

Cultures irriguées: Les zones sèches qui ont un bon potentiel de réserves d'eaux souterraines ou de surface sont orientées vers la culture de céréales, de fruits ou de légumes. Afin de recharger ces réserves, des bassins sont creusés pour collecter les eaux de ruissellement et favoriser l'infiltration dans le sol. Buissons et arbres poussent entre les céréales et les ombragent; ils sont également source de bois de feu, de fourrage et de biomasse qui peut être utilisée dans la fabrication de compost.

Pâturages: La production animale est également une priorité : bien gérée, elle contribue à limiter les aléas agricoles ; la rotation des pâtures permet de préserver le couvert végétal. Celui-ci favorise en effet l'infiltration des eaux de ruissellement permettant de recharger les nappes. En plus de la production de viande, leur multifonctionnalité permet aux terres de pâture de fournir du bois de construction, de feu, des fruits sauvages, des plantes médicinales et permettent aux abeilles de butiner.

Parc clôturé, Argentine

Dans la région de Mendoza en Argentine, les déjections s'accumulent dans des parcs où les animaux sont enfermés la nuit pour des raisons de sécurité. Les déjections sont collectées et vendues aux producteurs de cultures de rente en système irrigué. Ainsi, les éléments nutritifs et fertilisants sont transférés d'un système de pâturage extensif vers un système de culture intensif, garantissant la pérennité à ce dernier, sans recours à de coûteux engrais minéraux. Toutefois, le surpâturage doit être évité.

Citerne, Tunisie

Dans la région de Médenine, en Tunisie, les eaux de pluie et de ruissellement sont stockées dans des citernes creusées dans le sol et revêtues d'une couche de plâtre ou de ciment afin d'éviter l'infiltration verticale et latérale. Chaque unité se compose de trois parties principales: l'impluvium, le bassin de décantation et le réservoir de stockage. L'impluvium est un terrain en pente délimité par un canal de collecte. Un petit bassin devant l'entrée de la citerne permet la décantation des particules en suspension dans les eaux de ruissellement, améliorant ainsi la qualité des eaux stockées et réduisant les coûts d'entretien. La taille des citernes est variable: un réservoir de 35 m³ peut répondre aux besoins annuels en eau d'une famille et de son bétail. L'eau sert de boisson aux hommes et aux animaux ainsi que pour l'irrigation d'appoint.

Agroforesterie avec *Grevillea robusta*

Dans le bassin versant de Kiawanja au Kenya, l'arbre *Grevillea robusta* est utilisé en agroforesterie. Originaire d'Australie et passant par l'Inde, il fut introduit en Afrique orientale comme arbre d'ombrage dans les concessions de thé et de café. *Grevillea robusta* est souvent présent dans les zones agricoles à petite échelle, surtout utilisé en association avec des cultures annuelles (maïs/haricot) ou pérennes (café). Il est facile à cultiver et à multiplier et ne connaît que peu de ravageurs et de maladies. La concurrence avec les cultures est minime, les branches élaguées repoussent rapidement. *Grevillea* est un arbre à usages multiples qui répond à différents besoins: il fournit du bois de feu et d'œuvre, sert à constituer des clôtures et a une fonction décorative. Ses feuilles fournissent du fourrage en période de sécheresse ; il permet d'éviter l'effet « splash » des gouttes d'eau (qui contribue à l'érosion et la formation d'une croûte de battance), d'augmenter la matière organique, de fournir du matériau de paillage pour améliorer la couverture du sol sur la ferme, de réduire la vitesse du vent et de favoriser le recyclage des éléments nutritifs du sol par son enracinement profond. Les systèmes agroforestiers contribuent à augmenter la production de bois et de fourrage, à améliorer des rendements des cultures et, ainsi, le revenu agricole.



Le parcage nocturne des troupeaux permet d'accumuler les éléments nutritifs qui sont vendus comme engrais à des exploitations de céréaliculture intensive. Photo: Hanspeter Liniger



Citerne de collecte d'eau de surface: l'eau est utilisée pour la vie quotidienne du ménage et pour le troupeau. Photo: M. Ouessar, Tunisie.



Les systèmes agroforestiers en Afrique de l'Est et du Sud fournissent une multitude de produits et de services sur de petites parcelles de terre: nourriture, fibre, fourrage et bois de feu. Photo: Christoph Studer

Sols et couvert végétal – eau, carbone et biodiversité



La couverture du sol avec un paillage ou d'autres matériaux joue un rôle crucial dans la réduction de la perte en eau par ruissellement et par évaporation dans les zones tropicales semi-arides.



Arrosage des arbres pendant la phase d'établissement le paillage maintient l'eau à disposition des arbres. Photo: CAMP



Les terres de pâtures subissant de fortes pressions montrent l'importance du couvert forestier dans l'augmentation de la production fourragère.

Les zones arides réagissent avec une grande sensibilité aux perturbations des cycles de l'eau et de la biomasse. Les fonctions de régulation sont très affectées par une mauvaise gestion du sol et du couvert végétal.

Cycle de la biomasse: La matière organique influence diverses caractéristiques et fonctions du sol: biodiversité, fertilité, stockage du carbone, régulation des eaux de surface et amélioration de la qualité des eaux. Une bonne couverture du sol permet d'améliorer la production de biomasse et de matières organiques et la teneur en matière organique du sol. La capacité des sols à séquestrer le carbone est considérablement affaiblie par l'expansion des cultures, l'intensification de l'agriculture, la surexploitation et la dégradation de la couverture végétale, notamment par les feux de brousse. La séquestration du carbone dans les sols peut contribuer à réduire le CO₂ dans l'atmosphère.

Cycle de l'eau: La diminution de la couverture du sol (plantes, litière, paillage) et du taux de matière organique est le point de départ d'une spirale de dégradation conduisant à la perturbation irrémédiable du cycle de l'eau. Le sol n'est plus protégé contre les fortes précipitations; l'eau ne peut s'infiltrer dans le sol, ce qui augmente le ruissellement, les inondations et l'érosion, mais diminue aussi le stockage de l'eau dans le sol et la recharge des eaux souterraines. Conjugués à l'évaporation élevée sur les sols nus en saison sèche, ces phénomènes diminuent l'eau disponible pour les plantes, les nappes phréatiques baissent et le débit des rivières décroît.

Les pratiques de GDT qui améliorent la couverture des sols sont essentielles pour préserver les cycles de la biomasse et de l'eau, car ceux-ci sont la clé de l'amélioration de la fertilité des sols et de la disponibilité en eau.

Cultures irriguées ou pluviales: le labour profond et le déficit de couvert végétal contribuent à réduire rapidement le taux de matière organique du sol. L'usage intensif d'engrais minéraux plutôt qu'organiques accélère l'épuisement des sols en matière organique et affecte les fonctions de régulation. De plus, le taux d'évaporation augmente et conduit à une détérioration du cycle de l'eau. Le méthane et le protoxyde d'azote émis par les rizières sont également source d'effet de serre. Il existe une grande variété de pratiques de GDT pour améliorer la couverture des sols comme l'agriculture de conservation, l'agroforesterie ou encore les cultures intercalaires.

Terres de pâtures: L'augmentation du cheptel mondial accroît la pression sur les zones de pâturage déjà bien exploitées, entraînant la diminution du couvert végétal et du nombre d'espèces fourragères de haute valeur nutritive. La biodiversité est également affectée: seules survivent les espèces peu appétentes pour les animaux. La couverture végétale réduite du sol accélère aussi la décomposition de la matière organique du sol et l'aridification. Des pâturages limités et mieux contrôlés, une restauration des sols dégradés par le reboisement sont les pratiques de GDT qui influent positivement sur la biomasse et le cycle de l'eau.

Non-labour et circulation limitée, Australie.

La production de céréales utilisant le non-labour et des passages de roues permanents se pratique à grande échelle sur une exploitation agricole de 1 900 ha en zone semi-aride dans le Queensland, en Australie. Le principal objectif de cette technique est de supprimer le compactage du sol. Les trois principes de l'agriculture de conservation : travail du sol minimal (voire supprimé), rotation des cultures et couverture du sol sont appliqués autant que faire ce peut. En trois ans, la structure du sol s'améliore, devenant souple, friable et humide entre les lignes de plantations ; cinq ans plus tard, les rendements de sorgho ont augmenté de 3 à 7 tonnes par hectare. Les coûts de travail du semis direct sont 4 fois plus faibles que ceux de la méthode classique. La consommation moyenne annuelle de gazole est même 8 fois moindre, diminuant d'autant les coûts. Cette pratique de GDT a considérablement augmenté les revenus de l'agriculteur.



Circulation limitée, perturbation minimale du sol et maintien des résidus de culture sont la clé de la protection des sols et de l'eau dans des zones semi-arides d'Australie.

Récupération améliorée du ruissellement par des sillons, Syrie.

La vallée de Khanasser dans le nord-ouest de la Syrie est une région agricole marginale. Traditionnellement, elle sert au pâturage extensif et à la culture de l'orge. Certains agriculteurs y ont développé des vergers d'oliviers. D'habitude, ils labourent leurs vergers au tracteur pour supprimer les adventices, généralement dans le sens de la pente ; les sillons obtenus favorisent le ruissellement de l'eau et l'érosion. Toutefois, leur association avec des sillons en forme de V et/ou "d'arêtes de poisson" convergeant vers les arbres permet de collecter les eaux de ruissellement et d'améliorer la production. Cette technique économise l'eau d'irrigation en saison sèche, favorise le stockage de l'humidité du sol et stimule la croissance des oliviers. En outre, les fines particules de sol érodées et les éléments nutritifs sont captés par les sillons transversaux.



Collecte des eaux de pluie avec labour dans le sens de la pente et sillons en forme de V pour la production d'olives en région méditerranéenne : culture des arbres là où l'eau est rare. Photo : Francis Turkelboom

Pâturage tournant, Tadjikistan

Pendant l'ère soviétique, les pentes escarpées des montagnes du District de Faizabad ont été intensément cultivées, provoquant de graves dégradations des sols. Le pâturage tournant est une option pour une utilisation durable des terres dans cette zone. Un agriculteur près des montagnes Karsang et Tshinoro applique un schéma de rotation de 10 jours à 2 semaines. La journée de pâturage est divisée en deux: 4 heures tôt le matin et 4 heures dans l'après-midi. Les déjections laissées par les animaux améliorent la fertilité du sol, favorisent les espèces appétentes et remplacent les engrais utilisés à l'époque soviétique. Ce système de rotation a également l'avantage d'éviter les chemins de piétinement observés sur les pâtures villageoises surexploitées. Cet agriculteur obtient, pour la vente de ses animaux, des prix plus élevés que ses voisins.



Expérience de pâturage tournant sur les pentes montagneuses au Tadjikistan. Photo : Christian Wirz

Des bénéfices pour la culture et la société



Site culturel sur le plateau de Loess en Chine : les aspects culturels coexistent avec la production de céréales et, sur les pentes, avec la production d'arbres fruitiers. Photo: Hanspeter Liniger



Les «cultures de l'irrigation», qui nécessitent une collaboration étroite entre utilisateurs, se sont développées dans le monde entier. Photo: Hanspeter Liniger



L'élevage et le nomadisme ont une longue tradition et des valeurs qui leurs sont propres. Photo: CAMP

Les paysages naturels et culturels intacts ainsi que les plantes cultivées endémiques d'un territoire contribuent de manière significative à son identité culturelle. Ils incarnent l'expérience acquise au fil des siècles par les communautés et constituent une expression de leurs caractéristiques et de leurs valeurs historiques et culturelles. Ces paysages naturels et culturels peuvent être préservés tant que les pratiques culturelles associées sont rentables pour les agriculteurs, c'est à dire tant que les rendements répondent à leurs efforts. Lorsque ce n'est plus le cas, ils se tournent vers des solutions plus rentables à risque accru pour l'environnement et provoquant une perte des valeurs culturelles.

Les paysages naturels et culturels sont souvent les creusets d'une grande biodiversité. Ils forment des banques naturelles de gènes dans lesquels les plantes cultivées endémiques sont préservées et à partir desquelles elles se propagent.

En plus de l'usage agricole, les paysages culturels et naturels ont une grande valeur comme espace de loisirs. De nombreux sites culturels et naturels du patrimoine mondial de l'UNESCO se situent dans les zones arides. Le tourisme et l'écotourisme générés par ces sites offrent de nouvelles possibilités économiques à la population, y compris de nouvelles sources de revenus qui peuvent être investies dans la préservation des ressources naturelles qui fondent cette nouvelle économie.

L'augmentation de l'exode, en particulier des hommes jeunes qui quittent les zones rurales arides pour des zones économiques attractives (villes, pays étrangers), contribue à la dégradation des paysages culturels et des structures sociales. Les paysages de terrasses, par exemple, se dégradent en raison de l'insuffisance de main-d'œuvre pour les entretenir.

Politiques publiques: les gouvernements et les collectivités locales ont placé avec pertinence les questions de SLM à leur ordre du jour et ont développé en conséquence des ordonnances, des lois et des règles d'usage des terres, accompagnés de mécanismes de contrôle et de sanctions. La protection des forêts, la régulation des pâturages et l'utilisation de l'eau, la gestion des feux de brousse et de savane ou encore le passage des troupeaux à travers des territoires habités et cultivés sont notamment concernés. Lorsqu'elles sont réunies et formulées en coopération avec l'ensemble des parties prenantes, ces mesures sont des conditions importantes qui permettent de faciliter la gestion durable des terres et contribuer à la préservation et au renforcement des services environnementaux.

Réhabilitation de terrasses anciennes, Pérou

Les systèmes de terrasses sur terrains en pente remontent bien souvent aux origines de l'agriculture. Les terrasses de la vallée du Colca au Pérou datent de l'an 600 de notre ère et elles ont toujours été utilisées pour la production céréalière, mais en raison du manque d'entretien, elles se sont détériorées et les populations ont progressivement perdu les connaissances traditionnelles pour les entretenir. La réhabilitation des terrasses, avec leurs systèmes associés d'irrigation et de drainage, permet de recréer leur structure d'origine. Dès lors, ces terrasses protègent efficacement les sols et les eaux dans des pentes raides, elles créent un microclimat favorable aux cultures, réduisent les pertes nocturnes de chaleur emmagasinée et atténuent la sécheresse en conservant l'humidité. La mise en place d'un projet de développement a permis de réhabiliter les terrasses de la vallée du Colca. Les coûts d'implantation élevés ont, pour l'essentiel, été pris en charge par les fonds du projet, tandis que l'entretien reste à la charge de la communauté locale. Les principaux bénéfices économiques sont l'amélioration des rendements et la diversification des cultures.

Maintien de la biodiversité dans les enceintes d'anciennes églises et monastères d'Éthiopie

En Éthiopie, il reste moins de 3% des forêts naturelles qui disparaissent au rythme de 7,5% par an. Des îlots de forêt naturelle ont toutefois survécu sur la terre sacrée autour des églises et des monastères, abritant une diversité biologique naturelle unique. Cependant, ces zones sont à leur tour menacées par la pression démographique croissante et la demande en bois de feu et en bois d'œuvre. La forêt du monastère de Debre Libanos situé à 104 km d'Addis Abeba, dans la zone de Shewa au nord de l'État d'Oromia, est l'une des rares forêts de ces montagnes arides offrant un habitat à la faune sauvage.

Nomadisme pastoral, Mongolie

Environ un tiers de la population Mongole est constituée de pasteurs nomades. Le nombre minimal d'animaux nécessaires à une famille de pasteurs pour survivre est passé, ces dernières années, de 150 à 250 brebis ou chèvres. La composition des troupeaux a également évolué en faveur des chèvres (cachemire). Il faut jusqu'à 5 ha pour un mouton ou une chèvre. Les zones de pâturage à faible productivité doivent dès lors être utilisées de façon extensive. Les pasteurs distinguent les pâturages de printemps, d'été, d'automne et d'hiver et se déplacent d'une zone à l'autre au rythme des saisons. Ces zones sont souvent séparées par des distances allant jusqu'à 100 km. Mobilité, flexibilité, savoirs traditionnels approfondis (points d'eau, qualité des pâturages, climat local, conditions saisonnières...) sont des pré-requis indispensables au succès de la production animale. Les chevaux et les chameaux jouent un rôle important comme moyen de transport. L'élevage nomade a contribué au développement de cultures aux caractéristiques spécifiques (structure sociale, organisation des ménages, épopées, musique, talents équestres etc.) La liberté de mouvement des populations nomades est de plus en plus limitée par les changements sociaux actuels.



Réhabilitation des terrasses anciennes au Pérou: même si l'investissement est coûteux, elles sont une composante de l'identité culturelle. Photo : DESCO



Les forêts autour du monastère de Debre Libanos sont bien protégées alors que les terres environnantes sont soumises à de fortes pressions. Photo : Frédéric LEVIEZ



Une longue tradition d'éleveurs et de Khans en Mongolie. Photo : Hanspeter Liniger



La cartographie de la dégradation et de la conservation (c.à.d. des pratiques de GDT) est la clé de la planification et de la prise de décisions sur les sites d'investissement de lutte contre la désertification. Photo : Hanspeter Liniger



Impacts ex situ d'une exploitation non durable des terres : les tempêtes de poussière bien connues provoquent de nombreux dégâts. Photo : Gudrun Schwilch



Une tempête importante dans une vallée surpâturée d'Asie centrale, à l'origine d'une crue et d'un glissement de terrain qui ont recouvert la route principale. Photo : Hanspeter Liniger



Camion transportant du foin d'une région rurale de la Mongolie vers la capitale : une occasion de revenu, mais aussi un risque de surexploitation des zones rurales. Photo : Hanspeter Liniger

Cartographie des pratiques de GDT

Bien que des efforts importants aient été accomplis ces dernières années pour proposer une bonne documentation sur les pratiques de GDT, l'étendue des superficies concernées est pratiquement inconnue. Les zones affectées par la dégradation des terres et ayant bénéficié de bonnes pratiques de GDT doivent être identifiées et les impacts de ces techniques sur les services environnementaux doivent être évalués. La cartographie de la dégradation et de la conservation des sols pourra fournir l'information nécessaire aux prises de décision, notamment pour orienter au mieux les investissements et identifier les pratiques de GDT qui ont le meilleur potentiel, en vue de leur diffusion.

Interactions in situ - ex situ

La désertification et la gestion durable des terres ont des impacts locaux, mais aussi régionaux et globaux. Les tempêtes de poussière dues à la dégradation des terres menacent les populations proches, mais aussi celles vivant à des centaines voire des milliers de kilomètres. De même, les inondations dans les zones de basse altitude peuvent être aggravées et même causées par la mauvaise utilisation des terres en amont. Dans les zones arides, le déplacement de poussières provoque de graves dommages économiques et écologiques et nuit à la santé de millions de personnes. Les interactions *in situ* et *ex situ* de l'utilisation des terres qui conduisent à des dommages ou à des avantages à tous les niveaux d'intervention ont été trop peu évaluées.

Interactions hautes terres – basses terres.

La plupart des populations des zones arides sont fortement tributaires des services environnementaux fournis par les zones montagneuses. Celles-ci sont les châteaux d'eau des plaines environnantes. 1/3 de la population mondiale des zones de basse altitude ne survit que grâce à l'eau qui provient de régions montagneuses souvent lointaines. Ils dépendent des habitants de ces régions qui doivent utiliser les ressources en eau de façon durable et préserver les services environnementaux ainsi fournis. Les populations vivant en amont peuvent fournir ou interdire l'accès à ces services aux populations de l'aval. De fait, la gestion des terres dans ces régions n'est pas un problème purement local.

Gestion des bassins versants (nécessite une planification de la GDT)

La GDT dépasse souvent les moyens, la responsabilité et le pouvoir de décision des usagers. Une bonne planification comprend à la fois une participation locale des acteurs et une planification régionale intégrée, où les interactions *in situ* et *ex situ* sont prises en compte. Ceci est très important pour la gestion des bassins versants, qui peut concerner des communautés très éloignées et avoir une incidence sur l'utilisation de leurs terres. Des mécanismes de régulation sont souvent nécessaires pour protéger et indemniser des usagers affectés.

Interactions régionales et liens rural-urbain

La proportion de la population urbaine dans les zones arides a déjà atteint 30% et augmente rapidement. Les principaux flux de marchandises vers les marchés urbains des régions rurales comprennent les aliments, les matières premières et les carburants. D'énormes quantités de nutriments, d'eau et de carbone sont transportées dans ce processus et sortent donc des cycles locaux. Des efforts doivent être consentis pour compenser les effets négatifs de cette perte de fertilité et de productivité des sols.

Barrage de rétention des sols, province du Shaanxi, en Chine

Un barrage de rétention dans une vallée permet de limiter le ruissellement du bassin versant et d'accroître la sédimentation. Cela améliore la fertilité des sols dans la zone d'effet du barrage jusqu'à ce qu'il soit rempli de sédiments. Cette zone est ensuite utilisée pour la production agricole intensive tandis qu'un nouveau barrage de rétention est construit à proximité. Les coûts de mise en place sont très élevés et l'investissement doit être porté par le gouvernement et des organisations locales. La main d'œuvre est assurée gratuitement par les usagers des terres lors de la phase de mise en place. Les coûts d'entretien sont ensuite beaucoup plus faibles.

Contrôle des ravines et protection des bassins versants, Bolivie

Dans le district de Cochabamba, la dégradation d'un bassin versant a entraîné la perte de terres cultivées ainsi que de graves dégâts en aval, dans la ville de Cochabamba. Le traitement consistait en plusieurs pratiques simples : barrages de rétention en pierre et en bois, drains de rupture de flux et actions de reboisement dans des pièges à sédiments (biotrampas). Le reboisement améliore la couverture végétale et stabilise la terre. Les mesures appliquées ont aussi permis d'évacuer en toute sécurité les eaux de ruissellement des environs par les ravines principales de la vallée. Les coûts de mise en place et d'entretien assez élevés ont été payés par un projet sur une période de 6 ans.

Peupliers et drainage biologique, Kirghizistan

Afin de limiter la saturation des terres due à la remontée des eaux dans le sol ainsi que la salinité croissante des sols en zone irriguée, des peupliers ont été plantés dans une plaine dégradée du Kirghizistan dans des conditions semi-arides. Les peupliers, connus pour leur tolérance à l'engorgement et à la salinité, fournissent un service de «drainage biologique». L'excès d'eau est absorbé par le système racinaire et transpiré par le feuillage dense. Dans la plantation, le taux d'humidité des couches d'air inférieures augmente, réduisant ainsi l'influence des vents secs et chauds. Un microclimat plus favorable à la croissance des plantes est ainsi créé. Parallèlement, l'objectif initial de la plantation, à savoir l'obtention de bois d'œuvre et de feu à bas prix, est atteint. Le rapport coût/bénéfice a été négatif à court terme, mais à long terme, l'effet a été très positif, augmentant sensiblement le revenu.

Réhabilitation par la mise en défens, Éthiopie

30% des terres du bassin versant de la rivière Bilate sont dégradées, entraînant de faibles niveaux de production de céréales et d'animaux. La mise en défens de la zone dégradée a ainsi été décidée afin de réhabiliter les terres. La régénération naturelle du couvert végétal s'est effectué par la mise en place de structures de collecte d'eau et de plantation d'arbustes et d'arbres fixateurs d'azote ainsi que d'espèces locales d'herbe. La zone de mise en défens est protégée par une clôture. La réhabilitation nécessite 7 à 10 ans. Après un an, le fauchage et le prélèvement d'herbe pour l'alimentation des animaux d'étable sont en partie permis, offrant un léger bénéfice aux agriculteurs. La participation et l'implication des usagers des terres sont fondamentales pour réussir la mise en œuvre d'une mise en défens car ces terres sont généralement accessibles à tous et ne relèvent pas de la propriété individuelle.



Un barrage de rétention sur le plateau de Loess en Chine piège les sédiments jusqu'à ce qu'il soit entièrement rempli. Il est ensuite utilisé pour la production de céréales. Photo: Hanspeter Liniger



Contrôle de ravines dans un bassin versant en Bolivie grâce à diverses techniques de GDT. Photo: Georg Heim



Les peupliers forment un système de drainage naturel dans les zones gorgées d'eau et menacées par la salinisation. Photo: Hanspeter Liniger



Zone de mise en défens et mesures de conservation supplémentaires en Éthiopie, permettant la repousse de la végétation et la réhabilitation des terres productives après plusieurs années de repos. Photo: Hanspeter Liniger

La voie à suivre

La perturbation des cycles naturels (eau, biomasse et éléments nutritifs) sont des signes évidents de dégradation des services environnementaux. Ces perturbations sont responsables d'une perte accélérée de la matière organique du sol, de la diminution des stocks de carbone des sols, de leur fertilité, de la production de biomasse et de la baisse des réserves en eau de surface et souterraine. A moyen et long terme, ces effets conduisent à une baisse de la productivité agricole et à une dégradation de l'environnement à l'échelle mondiale (changement climatique, perte de surface agricole utile).

Les pratiques agricoles durables peuvent inverser cette tendance. Elles contribuent à améliorer les modes de vie locaux, à réduire la faim et à restaurer les écosystèmes naturels. Les pratiques de GDT peuvent contribuer de manière significative à l'adaptation au changement climatique et à son atténuation.

Recommandations à l'attention des décideurs

Politiques publiques

L'investissement dans les zones rurales et dans la gestion durable des terres représente une préoccupation locale, un intérêt national et une obligation mondiale. Ainsi, priorité doit être donnée 1) au niveau local, à l'augmentation des revenus, à l'amélioration de la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté et 2), aux niveaux national et mondial, à la réduction de la faim, de la malnutrition et de la pauvreté, à la préservation du climat de la planète, des ressources naturelles, des services environnementaux et du patrimoine culturel.

Rentabilité: Les pratiques agricoles durables doivent être encouragées en cherchant à améliorer la productivité et à réduire les coûts. Les revenus des productions sont la préoccupation première des exploitants agricoles et ont un impact direct sur les conditions de vie des exploitants à petite échelle.

L'agriculture à petite échelle: Une grande partie des terres agricoles, en particulier dans les zones écologiquement fragiles, sont cultivées par des petits exploitants agricoles qui fournissent ainsi de notables services environnementaux. Mais, pour des raisons économiques et par manque de connaissances, leur utilisation des ressources disponibles fait souvent appel à des technologies et des méthodes inappropriées. Ces exploitants doivent dès lors recevoir un soutien beaucoup plus efficace.

Créer un environnement propice: Un environnement propice permet à la GDT de mieux prospérer. Des actions en faveur des infrastructures, de l'accès au crédit et aux intrants, de prix attractifs pour les produits agricoles et de la législation contribuent indirectement à une gestion durable des ressources naturelles. La reconnaissance des droits d'usage de la terre et le respect du droit foncier sont des composantes majeures de la conservation des terres : des politiques qui améliorent les droits des usagers individuels sont un préalable à la GDT.

Paiement pour services environnementaux: Les agriculteurs sont les agents clés de la préservation des écosystèmes à l'échelle mondiale. Les zones rurales ont besoin et méritent d'être indemnisées pour les services environnementaux fournis aux régions plus riches et économiquement plus avancées. Cela peut consister, par exemple, en des systèmes novateurs de compensation

pour les usagers des terres en amont des bassins versants, pour la séquestration du carbone dans les sols ou encore pour la conservation in situ de la biodiversité agricole.

Connaissances et formation

Gestion des connaissances: il est nécessaire d'investir dans la documentation traitant de la GDT, dans l'évaluation des pratiques de GDT et de leurs impacts sur les services environnementaux. Les connaissances encore éparses sur la GDT doivent être identifiées, collectées et évaluées de manière exhaustive et via un processus d'examen interactif qui associe exploitants agricoles, techniciens et chercheurs. Les pratiques de GDT ainsi documentées doivent être diffusées le plus largement possible et rendues disponibles pour les usagers, les décideurs, etc. afin d'aider à la prise de décision à tous les niveaux d'intervention.

Recherche: beaucoup de pratiques de GDT ont été documentées et leurs effets durables ont souvent été confirmés à l'échelle locale. Mais il est nécessaire de mieux préciser leurs impacts dans différents contextes ainsi que de les adapter et de les optimiser pour diverses conditions de mise en œuvre. D'autres technologies restent à développer. Entre autres, le rôle des sols dans l'atténuation et l'adaptation au changement climatique est une question à traiter d'urgence.

Sensibilisation et renforcement des capacités: trop souvent, des vulgarisateurs, chercheurs ou décideurs politiques ne sont pas suffisamment informés des causes, du contexte et des impacts d'une utilisation inappropriée des ressources naturelles. Des efforts importants en matière d'information et de formation sont nécessaires si l'on souhaite que les pratiques de GDT fassent une véritable percée.

Services de vulgarisation agricole: les sujets prioritaires des services de vulgarisation agricole sont généralement orientés vers les augmentations de rendement et de productivité à court terme. De plus, les conseils de vulgarisation traitant de l'utilisation durable des ressources naturelles ou de la préservation et du renforcement des services environnementaux sont souvent négligés. À l'avenir, les services de vulgarisation agricole devront fournir de plus amples renseignements sur les pratiques de GDT.

Participation et planification

Participation et engagement communautaire: les pratiques de GDT peuvent être mises en œuvre de façon plus efficace si tous les acteurs concernés (agriculteurs, vulgarisateurs, chercheurs, décideurs) participent à toutes les étapes du processus de décision (sélection, développement, adaptation, planification et mise en œuvre). Une mise en œuvre réussie de GDT exige souvent une coopération étroite entre voisins ou membres d'une communauté villageoise. Fournir l'information, transmettre les connaissances ou encore échanger des expériences jouent un rôle clé dans chacune de ces étapes.

Planifier pour gérer durablement les terres: la gestion des terres n'est pas une question exclusivement locale. Elle va souvent bien au-delà des moyens, de la responsabilité et du pouvoir de décision des usagers. Les impacts ex situ dus à des pratiques inappropriées peuvent être graves et doivent être pris en compte lors de la planification et de la prise de décision au niveau local. Par conséquent, lors de l'aménagement d'un vaste territoire (p.ex. un bassin versant dans son ensemble), une attention suffisante doit être portée aux interactions *in situ*/ *ex situ*.

Il est essentiel de cartographier la dégradation et la conservation de la couverture végétale afin de visualiser l'étendue et l'efficacité des réalisations de GDT. C'est aussi un préalable à toute planification d'investissements en GDT.

Usage multifonctionnel: la multifonctionnalité de l'utilisation des terres permet, par la diversification, de réduire considérablement le risque lié aux aléas agricoles. En préservant et renforçant d'importants services environnementaux, elle génère une valeur ajoutée à la fois économique, écologique et sociale.

La GDT nous concerne tous et génère bien plus de bénéfices que nous n'en reconnaissons aujourd'hui.

RÉFÉRENCES

- Exploitation agricole et services environnementaux**
MA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. Ecosystem services and Human Well-Being, Desertification Synthesis, 2005. World Resources Institute, Washington, DC.
- Population**
Eswaran et al. 2001. Global Desertification Tension Zones. In: Stott et al, (eds). Sustaining the Global Farm.
- Production alimentaire, de fibres et de bois de feu**
Nobel et al. 2006. Intensifying Agricultural Sustainability: An Analysis of Impacts and Drivers in the Development of 'Bright Spots'. Colombo, Sri Lanka: Comprehensive Assessment Research Report 13.
- Dégradation des sols**
Wood, S., K. Sebastian and S. Scherr. 2000. PAGE - Pilot Analysis of Global Agroecosystems. Washington, D.C.: World Resources Institute and International Food Policy Research Institute.
- Dregne, H. and M. Kassas. 1991. A New Assessment of the World Status of Desertification. In: Desertification Control Bulletin, 20, 6-18. See also: Dregne, H.E. and N-T. Chou. 1992. Global desertification dimensions and costs.
- Pimentel et al. 1995. Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits. Science, New Series, Vol. 267, No. 5201.
- Oldeman, L. R. 1998. Soil degradation: A threat to food security? Report 98/01. Wageningen, The Netherlands: International Soil Reference and Information Centre.
- World Resources Institute (WRI). 2000. World Resources 2000-2001: People and Ecosystems: The Fraying Web of Life.
- UNEP. 1997. World Atlas of Desertification. Second Edition. Data from GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation) by ISRIC, UNEP, FAO (1990).
- Stoorvogel et al. 1993. Calculating soil nutrient balances in Africa at different scales. In: Nutrient Cycling in Agroecosystems. Vol. 35, No. 3 / October 1993.
- Séquestration du carbone**
Lal, R. et al. 2004. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. Science, Vol. 304, No. 1623.
- Eau**
WDR [World Development Report]. 2008. Agriculture for development. Washington, D.C. The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank.
- Pretty et al. 2006. Resource-conserving Agriculture Increases Yields in Developing Countries. Environmental Science & Technology, Vol. 40, No. 4.
- IWMI. 2007. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Expert knowledge CDE / WOCAT.
- Services culturels**
UNESCO World Heritage. 2009. <http://whc.unesco.org/>; accessed March 2009.
- Darwin Initiative for the Survival of Species. 2009. Final report.
- Approches technologiques**
WOCAT. 2007. Where the land is greener: case studies and analysis of soil and water conservation initiatives worldwide. Editors: Hanspeter Liniger and William Critchley. Copublished by CTA, FAO and UNEP.
- WOCAT. 2009. Database on SLM technologies and SLM approaches.


Publication : WOCAT (World Overview of Conservation Approaches and Technologies)
CDE (Centre for Development and Environment), University of Berne
Photos : Hanspeter Liniger (unless acknowledged differently)
Auteurs : Ernst Gabathuler, Hanspeter Liniger, Christine Hauer, Markus Giger
Éditeurs : Ted Wachs, Marlène Thibault
Maquette : Simone Kummer
Imprimé par : Druckerei Varicolor AG, Bern
Financé par : Swiss Agency for Development and Cooperation
Copyright: CDE, 2009

www.unccd.int
www.wocat.org
www.fao.org
www.isric.org
www.cde.unibe.ch



WOCAT
World Overview of Conservation Approaches and Technologies



 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development
and Cooperation SDC

 **cde** centre for
development and
environment

