

**Le manuel d'évaluation locale de la dégradation des terres
dans les zones sèches.**
(Version traduite)

Annexes
DRAFT FINAL

Liste des annexes

Annexe 1. Le concept des biens et services de l'environnement et la dégradation des terres.....	3
Annexe 2: Aperçu rapide de l'approche des moyens d'existence durable	5
Annexe 3. Cartographie institutionnelle et organisationnelle (utilisant les diagrammes de Venn)	7
Annexe 4. Les forces cachées de la dégradation des terres et les chaines d'explication	8
Annexe 5. Les indicateurs supplémentaires pour l'évaluation sur le terrain de la dégradation des terres	9
A5.1. Les ravins d'érosion	9
A5.2. Les piédestaux	12
A5.3. La couche d'armure	14
A5.4. L'exposition des parties sous-terraines des clôtures ou d'autres structures	17
A5.5. L'effleurement de la roche	20
A5.6. Les entailles.....	21
A5.7. L'accumulation contre les barrières.....	22
A5.8. Les sédiments dans les drains.....	26
A5.9 Les rigoles d'érosion.....	28
Annexe 6. La salinité du sol et l'évaluation sur le terrain	28
Annex 7. La ligne du temps- La variation des rendements.....	40
Annexe 8. Information supplémentaire sur les symptômes de la déficience en nutriments	42
Annexe 9. Des mesures directes additionnelles des ressources en eau.....	45
Annexe 10 Interpréter les mesures de perte en sol sur le terrain	49
Annexe 11. Economie de l'érosion et de la conservation du sol.....	60
Annexe 12. Lignes directrices sur l'éthique pour LADA-L.....	65

Annexe 1. Les biens et services de l'environnement (SE) et la dégradation des terres

Le concept des biens et services de l'environnement se concentre sur les bénéfices environnementaux, soit les biens et services de l'environnement, obtenus par la société. Les services ont été identifiés et catégorisés de différentes manières. de Groot et al (2002) a identifié 23 services de l'environnement et les a catégorisés par leur fonction : régulation, production, habitat et information. Les catégories de l'évaluation du millenium (MA, 2003) étaient quelque peu différentes : provision, support, régulation et services cultureux (Tableau A1.1). Les services de provision font référence aux biens obtenus par les écosystèmes; les services de régulation sont les bénéfices obtenus de par la régulation des processus de l'écosystème; les services cultureux incluent les bénéfices non matériels obtenus par les gens à partir des écosystème tels que le développement cognitif, la réflexion, la récréation et les expériences esthétiques; les services de support sont ceux nécessaires à la production de tous les autres services et biens de l'environnement. Les services de support diffèrent des services de provision, de régulation et cultureux du fait que leurs impacts sur les gens sont souvent indirectes et surviennent sur une période relativement longue, tandis que les changements dans les autres catégories ont des impacts relativement directs et de courte durée sur les gens.

Tableau A1.1 Les biens et les services de l'environnement sous différentes catégories

Services de provision	Services de régulation	Services cultureux	Services de support
<ul style="list-style-type: none"> • Nourriture • Fibre • Fuel • Ressources génétiques • Produits biochimiques, médecines naturelles, et les produits pharmaceutiques • Ressources ornementales • Eau douce 	<ul style="list-style-type: none"> • Régulation de la qualité de l'air • Régulation du climat • Régulation de l'eau • Régulation de l'érosion • Purification de l'eau et traitement des déchets • Régulation des maladies • Régulation des parasites • Pollinisation • Régulation des désastres naturels 	<ul style="list-style-type: none"> • Diversité culturelle • Valeurs spirituelles et religieuses • Systèmes de connaissance (traditionnelle et formelle) • Valeurs éducatives • Inspiration • Valeur esthétiques • Relations sociales • Sentiment d'appartenance • Valeurs culturelles et de patrimoine • Récréation et écotourisme 	<ul style="list-style-type: none"> • Formation du sol et rétention • Production d'oxygène atmosphérique • Production primaire • Cycle des nutriments • Cycle de l'eau • Création et maintien de l'habitat

Source: MA, 2003

Les biens et services de l'environnement sont distribués inégalement sur différentes échelles spatiales et temporelles, et leur valeur sera aussi différente dépendamment de l'acteur. Une partie importante de la détermination des impacts de la dégradation des terres sur les biens et les services de l'environnement est de comprendre l'échelle à laquelle le service ou le bien est évalué et qui en sont les bénéficiaires.

Quoique catégorisés en différents groupes, les biens et les services de l'environnement sont reliés et les relations entre eux peuvent être fortement non linéaires. Les substitutions possibles « trade-offs » peuvent survenir lorsque le désir est d'optimiser un ou plusieurs biens ou services (souvent locaux et de courte durée), et cela conduit à la réduction ou à la perte des autres (souvent globaux et de longue durée).

Les impacts de la DT sur les biens et services de l'environnement

Les impacts de la DT sont ressentis sur les biens et les services de l'environnement à travers différents processus. La DT sous une forme particulière peut avoir d'importants impacts sur quelques services, mais seulement de faibles impacts sur d'autres services:

Services de provision

La DT peut avoir des impacts sur les services de provision de l'environnement à travers des changements dans l'utilisation des terres et/ou des pratiques de gestion des terres inappropriées. Un changement dans l'utilisation des terres d'un système à un autre peut dramatiquement augmenter un service de provision en particulier, surtout la nourriture, mais souvent au coût de réduire d'autres services.

L'érosion du sol et la diminution des nutriments causées par la gestion inappropriée des terres sont souvent les principales causes du déclin des services de provision de l'environnement.

Services de régulation

Les services de régulation de l'environnement peuvent être affectés par la perte de végétation ou la dégradation de la végétation, la détérioration de la structure du sol, la perte en matières organiques et en organismes, et par la contamination du sol.

La couverture de la végétation, les forêts en particulier, joue un rôle important pour la régulation du système climatique global à travers (i) la régulation du cycle global du carbone, et (ii) la régulation de la réflexion de la surface du sol et du flux de la vapeur d'eau. La régulation de l'eau est considérée comme un autre service important de la forêt et d'autre végétation naturelle.

Les sols représentent la plus grande réserve de carbone et les changements dans ces réserves de carbone (les augmentations et les diminutions) peuvent avoir une signification globale et ils peuvent améliorer ou empirer les changements climatiques.

Les sols et la végétation contiennent aussi d'importantes réserves de nutriments dans différents écosystèmes et ils jouent des rôles significatifs à la régulation du cycle des nutriments.

Services cultureux

Les services cultureux sont souvent évalués dans le contexte des systèmes de connaissance locale, ayant été développés au cours de centaines d'années et étant souvent spécifiques au contexte local. Analyser les impacts des services cultureux sur la dégradation des terres demande de prendre en compte la diversité des connaissances, des capacités, et des normes culturelles et des arrangements organisationnels, lorsqu'ils existent, car ceux-ci servent de lien entre les services cultureux et les impacts sur la dégradation des terres.

Services de support

Par définition, les services de support, sont essentiels pour le maintien de tous les autres services, mais moins directement utilisables par les gens. Toutefois, les impacts de la dégradation des terres sur tous les autres services de l'environnement se font en passant par les impacts sur les services de support. En comparaison avec les impacts sur les autres services, les impacts de la DT sur les services de support peuvent être mesurés plus directement car plusieurs services de support sont étroitement associés avec les propriétés biophysiques intrinsèques de l'environnement.

Références

de Groot R S, Wilson M A and Boumans R M J, 2002, A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41(3): 393-408.

MA, 2003, Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-being -- A framework for assessment. World Resources Institute, Washington DC.

Annexe 2: Un bref aperçu de l'approche des moyens d'existence durable

Il y a plusieurs versions de l'approche des moyens d'existence durable, de celle popularisée par la DFID aux modifications proposées par les différents auteurs (ex. Scoones, 1998; Ellis etc.) et organisations (e.g. IFAD, 2002). Dans le cadre de LADA-L, il n'est pas important de les distinguer, la plus simple version est représentée à la figure A3.1. L'important est la compréhension des principes de base et ceux-ci sont plus ou moins égaux d'une version à l'autre.

i) Un regard sur la **Pauvreté**, peut partiellement être fait en reconnaissant l'hétérogénéité des communautés et l'identification des riches et des pauvres (en termes relatifs) et en priorisant la compréhension des liens entre les pauvres et la gestion des ressources incluant la DT. L'importance mise sur les capitaux en tant que plateforme des moyens d'existence pouvant déterminer/diminuer la vulnérabilité sont aussi des éléments clés de l'approche.

ii) L'importance mise sur les **capitaux** (naturelles, sociaux, financiers, humains, physiques), leur possession/leur accès est un élément clé des activités contribuant aux moyens d'existence ayant du succès et à la gestion soutenable des ressources. Le crédit, l'éducation, la sécurité du foncier, les droits de récolter certains types d'arbres d'une forêt, une route toute saison sont tous des exemples des capitaux fournissant des opportunités aux gens. Comprendre le profil des capitaux et comment il diffère à l'intérieur des communautés et central à l'approche des moyens d'existence.

iii) Une attention importante est donnée au contexte **politique et institutionnel** en lien aux moyens d'existence. Dans plusieurs cas, les obstacles principaux au progrès ou aux opportunités pour le changement sont reliés aux politiques et/ou à la capacité institutionnelle- de quelle manière ceux-ci influencent ce que les gens font et peuvent faire? Où sont les manques? Y a-t-il des retombées néfastes associées à certaines politiques?

v) Un focus sur ce que les gens font ou souhaiteraient faire. Discuter avec les innovateurs, les entrepreneurs, etc. et comprendre pourquoi ils réussissent? Qu'elle devrait être la situation pour que les autres puissent en faire autant? Essayer de caractériser la **stratégie** des utilisateurs des terres/ménages.

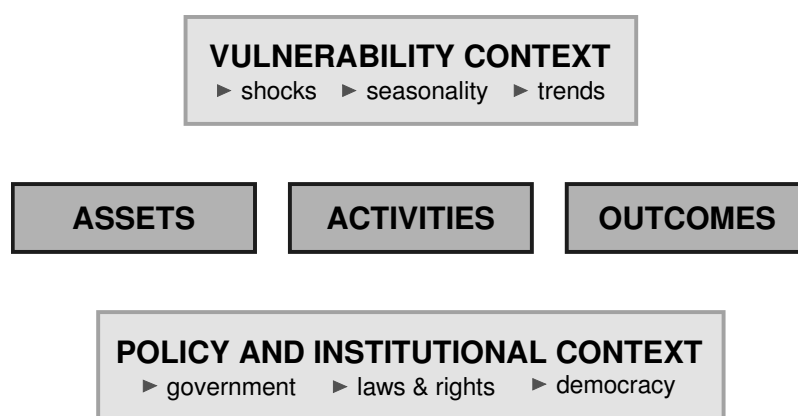


Figure A2.1. La base du cadre des moyens d'existence (Source: Ellis & Allison, 2004)

Les **capitaux** possédés, contrôlés, revendiqués ou pour lesquels les ménages ont accès sont regroupés en cinq catégories. Ceux-ci incluent le capital physique (au niveau du ménage- maison, bicyclette, équipement de fermes, etc. mais aussi au niveau de la communauté- accès aux infrastructures telles que les routes, les cliniques, les écoles, etc.); le capital financier (épargnes, crédit, assurance); le capital naturel (terres cultivées, les aires de forêt, les pâturages, etc.); le capital humain (les capacités humaines en termes de santé, de travail, d'éducation, de connaissance, et de savoir faire); et le capital social (réseau associatif, association, membre

d'organisation, ou les groupes auxquelles les gens peuvent joindre en cas de difficultés ou pour avoir certains avantages).

L'accès aux capitaux et aux activités est permis ou prohibé par les **politiques, les institutions et les processus (PIP)**, incluant les relations sociales, les marchés et les organisations. Les PIP incluent les régimes d'accès et de droits et leur fonctionnement- ou leur non fonctionnement.

La durabilité des moyens d'existence est souvent affectée par des facteurs externes en référence au **contexte de vulnérabilité**¹, comprenant les cycles (ex. les saisons), les tendances et les désastres qui sont en dehors du contrôle des ménages. Les tendances peuvent inclure une diminution des prix sur le marché pour une culture à profit (cash crop), une augmentation des pluies imprévisibles, une augmentation de la pression sur les ressources de la terre en raison de l'immigration, une augmentation des coûts. Les désastres incluent les sécheresses, les inondations, les attaques parasitaires sévères, les chutes du marché sans préavis, etc. Au niveau du ménage, la maladie ou la mort d'un membre de la famille font aussi parties des désastres.

Bien comprendre la manière dont les gens réussissent ou échouent à maintenir leurs moyens d'existence lors de désastres, changements saisonniers, etc. peut aider le développement de politiques et d'interventions afin de les assister à mettre en place des stratégies d'adaptation. Celles-ci peuvent inclure : améliorer l'accès à l'éducation et aux services de santé, renforcer les droits à la terre pour l'habitation et l'agriculture, modifier les systèmes des taxes locales et des permis, fournir des services pour le développement financier et entrepreneurial (non seulement pour le crédit et l'équipement de ferme) et promouvoir la diversification- dans plusieurs cas, cela permet aux ménages de générer des revenus hors-ferme pouvant être utilisés pour améliorer la gestion des ressources de la terre.

Les **capitaux essentiels** permettent aux stratégies liées aux moyens d'existence d'être construites par les individus ou les ménages. Dans les zones sèches, ces stratégies sont souvent assez diversifiées et comprennent une combinaison de la culture céréalière, de l'élevage, et du travail hors-ferme (souvent saisonnier). Dans la même région, il peut être possible d'identifier plusieurs différentes stratégies; un groupe peut se concentrer sur l'intensification d'une culture ou de l'élevage, tandis que d'autres sont caractérisés par leur mobilité et leur nature diversifiée.

L'utilisation des capitaux est souvent très stratégique en relation avec des opérations importantes de substitutions possibles, par exemple, les capitaux naturels (de la forêt et de la terre) peuvent être laissés pour contre afin de bâtir le capital humain sous la forme de l'éducation ou des soins de santé. Les mesures adoptées afin de survivre sont soit de court terme ou de long terme (Ellis, 1998). Finalement, cette approche se concentre sur les *résultats*. Un mode d'existence est durable si les gens sont capables de maintenir ou d'améliorer leur qualité de vie en relation à leur bien-être et à leur revenus ou autres objectifs de développement, de réduire leur vulnérabilité aux désastres et changements externes, et de s'assurer que leur activités soient compatibles avec le maintien des ressources naturelles et de leur terres.

Références

Ellis, F., 2000, Rural Livelihoods and Diversity in Developing Countries, Oxford: Oxford University Press.

Ellis, F. & Allison, E., 2004. Livelihood Diversification and Natural Resource Access. LSP Working Paper No 9. FAO, Rome.

IFAD, 2002, An IFAD Sustainable Livelihoods Framework, <http://www.ifad.org/sla/framework/index.htm>.

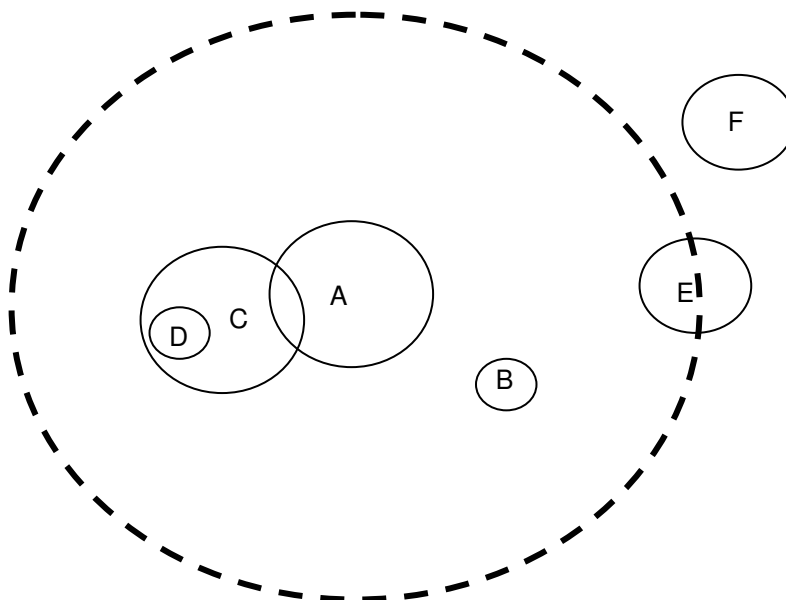
Scoones, I., 1998. Sustainable Rural Livelihoods: A Framework for Analysis. IDS Working Paper No. 72. Institute of Development Studies, Brighton.

¹ Ce qui est connu comme le contexte de la vulnérabilité dans le cadre des moyens d'existences est conceptuellement similaire à ce qui est appelé exposition au risque dans la littérature sur la vulnérabilité.

Annexe 3. Cartographie institutionnelle et organisationnelle (utilisant les diagrammes de Venn)

Plusieurs outils utilisent le classement ou les diagrammes de Venn pour des exercices de cartographie institutionnelle pour investiguer l'efficacité des organismes et des institutions reliés avec la DT et le contrôle de la DT. La Figure A5.1 illustre un diagramme de Venn effectué à partir d'un exercice de cartographie hypothétique. L'organisation (ou institution) A est la plus utile, car elle est la plus active (grand cercle) et a aussi une influence très positive sur la gestion des terres (près du centre du cercle à tiret). L'organisation B est moins active et moins importante. C est autant active que A mais a une moins grande influence sur la gestion des terres, C s'entrecroise quelque peu avec A (c.à.d. les deux organisations ont des activités en commun). D a un profile moins important et réplique C. E a plusieurs activités importantes mais son impacts ou influence sur la gestion des terres n'est pas bien clair. F a une influence négative significative sur la gestion des terres.

Une carte relativement simple telle que celle-ci peut être produite lors d'une entrevue ou d'un groupe de discussion. Cela peut apporter plusieurs informations et une bonne manière de les représenter.



Légende

Grandeur: plus grand= plus haut profile et niveau d'activité

Position: plus près du centre= influence plus positive sur la gestion des terres (hors du cercle= influence négative).

Croisement: =chevauchement dans les activités, etc.

Figure A3.1 Exemple d'un diagramme de Venn représentant le profil/les activités et l'efficacité des organisations & institutions en lien à la gestion des terres.

Annexe 4. Les forces sous-jacentes de la DT et les chaines d'explication

Cet exemple est fourni afin d'apporter des informations supplémentaires à la section 9.1 et démontrer l'importance de questionner afin de découvrir les causes réelles (forces) d'un comportement particulier.



Figure 4.1 Un producteur de bananes dans l'est de l'Uganda

Dans cet exemple, deux producteurs de bananes voisins dans l'est de l'Uganda ont été rencontrés sur des terres apparemment similaires. Le fermier A aménageait ses terres avec des bandes d'herbes et des drains, et le fermier B non. La première impression de l'agent de vulgarisation était que le fermier B n'était pas intéressé à protéger ses terres, car il avait reçu une formation sur les mêmes techniques que le fermier A. Une discussion brève mais attentive d'environ 20 minutes avec le fermier B a révélé les points suivants (présentés sous la forme d'une chaîne d'explications) :

- ☞ Le fermier B a essayé les techniques de conservation des terres plusieurs fois, mais la force de l'eau venant du haut de la pente était trop puissante et les drains ne restaient pas en place - **pourquoi? ►**
- ☞ Car les champs situés dans le haut de la pente, dans des aires de forêts supposément protégées ont été récemment ouverts causant une plus grande quantité d'eau coulant sur ses terres lors des pluies torrentielles- **pourquoi? ►**
- ☞ Certains fermiers ont pu ouvrir des champs dans ces aires quoique cela était prohibé par la loi- **pourquoi? ►**
- ☞ Car les familles impliquées étaient puissantes au niveau du village et peu de gens pouvaient s'opposer à eux et en plus les politiques forestières du gouvernement et les règlements locaux étaient peu contrôlés ou inefficaces.

Ainsi, dans un temps relativement court, il est devenu clair que la force sous-jacente de ce problème n'était pas l'attitude du fermier, ni les techniques elles-mêmes (quoique des options plus efficaces peuvent exister), mais les faiblesses dans les institutions formelles et informelles protégeant les berges boisées et les problèmes avec le contrôle des lois et règlements. Une chaîne d'explication composée d'une suite de facteurs ou influences reliés entre eux a contribué à créer la situation observée sur le terrain. Comprendre cette chaîne est utile, car non seulement des interventions sont fréquemment possibles sur plusieurs points de la chaîne mais aussi car le point d'intervention le plus approprié n'est souvent pas la cause la plus immédiate du problème. Dans cet exemple, il peut être plus approprié de regarder attentivement aux lois et règlements locaux sur la protection de la forêt et à la capacité de la communauté de les renforcer plutôt que de fournir à l'utilisateur des terres la meilleure option de CSE. Des améliorations dans le renforcement et le contrôle des lois pourraient bénéficier à un grand nombre d'utilisateurs des terres sans leur demander d'investir de plus amples ressources pour la conservation de leurs terres.

Annexe 5. Des indicateurs additionnels pour l'évaluation de la dégradation des terres sur le terrain

A5.1. Ravins d'érosion

Qu'est-ce que c'est? Un ravin d'érosion est une dépression profonde, un canal, dans le paysage ressemblant à une récente et active extension naturelle du système de drainage. Les ravins peuvent être continus ou discontinus; ces derniers se produisent lorsque la pente du lit du ravin a un angle inférieur à la pente aux alentours. Les ravins discontinus s'érodent à leur tête, mais la sédimentation se fait à la fin. Plusieurs ravins discontinus peuvent occuper la même dépression dans le paysage et se déplacent tranquillement vers le haut de la pente. Les ravins sont des éléments évidents du paysage et peuvent être très larges et profonds causant des dommages aux bâtiments, routes et arbres.

De quelle manière ils se produisent? Un ravin est causé par l'action de l'eau. L'écoulement de l'eau est canalisé dans des dépressions qui deviennent plus profondes avec le temps formant des parois abruptes. Les ravins s'étendent et deviennent plus profonds dans la direction de la vallée par l'effet de l'érosion de l'eau et le collapse progressif des parties en amont.

Où cela se produit-il? Plusieurs conditions portent au développement d'un ravin. Ils se forment lorsque les pentes sont longues et l'utilisation des terres a causé la perte de végétation et l'exposition de la surface du sol sur une grande surface où l'écoulement de l'eau est important. Ils sont particulièrement prévalents où les sols sont composés d'argile et de limons profonds, d'argiles instables (ex. sols sodiques), sur les glacis immédiatement en aval d'une surface rocheuse dénudée et sur des pentes abruptes sujettes à l'écoulement de l'eau et aux glissements de terrain.

Comment sont-ils mesurés? La mesure de la perte en sol causé par les ravins est essentiellement la même que pour les rigoles, sauf sur une plus grande échelle et avec une différente coupe. Les ravins ont habituellement une base plate, et des parois en pente. En mesurant les ravins, l'estimé est de la quantité de sol déplacé de l'aire maintenant occupée par le ravin. Ce calcul n'inclut pas l'érosion en feuille se produisant sur les terres adjacentes au ravin.

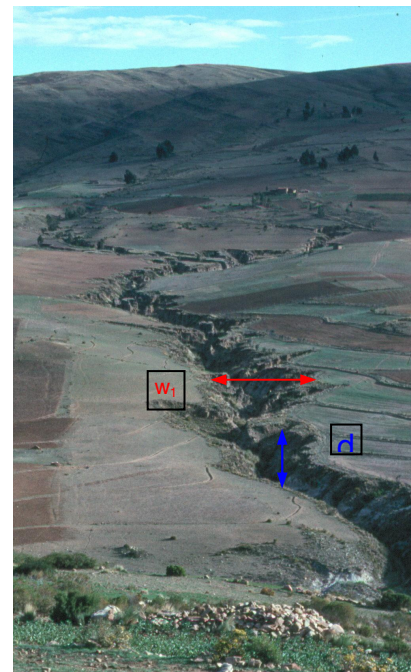


Figure A5.1b Ravin, Bolivie

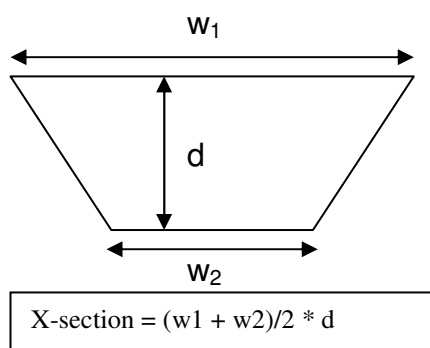


Figure A5.1a. Coupe transversale d'un ravin

Afin de calculer la quantité de sol perdue, il est nécessaire de mesurer la profondeur, les largeurs de la base et de la partie supérieure et la longueur du ravin. Les larges ravins peuvent être mesurés par l'équipement d'enquête de terrain conventionnel tel que le niveau à lunette fixe, quoique souvent un ruban de 30-100 m et un clinomètre soient suffisants. Les mesures de la largeur et de la profondeur devraient être faites à un certain intervalle le long du ravin. S'il y a de grandes variations dans la largeur et la profondeur, il est mieux de séparer le ravin en sections similaires et calculer la quantité de sol perdu pour chaque section. Celles-ci sont ensuite

additionnées pour fournir la perte de sol totale du ravin.

Les ravins, comme la plupart des éléments permanents du paysage, présentent une bonne opportunité d'avoir une série de leur extension ou sédimentation dans le temps. Des visites répétées et des mesures simples, en plus des photos aériennes et des évidences historiques, permettent le monitoring des conditions de la dégradation des terres dans le bassin versant sur une période de plus de 50 ans. Les techniques utilisées incluent:

- Une série de photos aériennes; la progression des ravins peut être mesurée directement;
- Des entrevues avec les aînés de la communauté et des transects à la marche pour indiquer où les ravins se sont créés à des dates significatives dans le passé;
- L'utilisation de pieux permanents pour le monitoring et des mesures répétées suite aux tempêtes majeures.

La perte de sol annuelle n'est pas très significative, car même si le nombre d'années du ravin peut être évalué, les différentes couches de sol auront différents taux d'érosion du sol. L'extension d'un ravin est dépendant des conditions du bassin versant, de la production de sédiments par l'érosion en feuillets et des taux d'écoulement de l'eau. Au fur et à mesure qu'un ravin croît, la majorité de la perte en sol provient des parois du ravin et non plus des surfaces adjacentes. Si les bassins versants sont protégés et des arbres plantés, les ravins peuvent se stabiliser.

Le volume de perte en sol à partir d'un ravin peut être converti en une mesure équivalente tonnes/hectare, mais l'utilité de cette mesure est limitée. Premièrement, le volume actuel du ravin est seulement une petite fraction de la perte totale de sédiments du bassin versant. Deuxièmement, le ravin est un symptôme d'un bassin dégradé plutôt que de la dégradation en soi.

Erreurs potentielles:

- 1) Les ravins dominent bien souvent le paysage. Plusieurs programmes de conservation font l'erreur de se concentrer sur les ravins, plutôt que de chercher les raisons à l'origine. Il est facile d'oublier que l'érosion en feuillets se produit au même moment et est sûrement plus importante si on considère la production totale de sédiments.
- 2) Une attention doit être portée lors de la mesure du bassin versant pour évaluer la perte en sol par hectare causée par les ravins. En particulier, l'aire contribuant aux écoulements d'eau diminue au fur et à mesure que le ravin s'étend dans la vallée. Les larges ravins peuvent être évalués à partir de photos aériennes ou même de cartes.

Exemple de calcul

EXEMPLE FEUILLE DE TERRAIN: RAVIN

Site:

Date:

Mesure	Largeur de la partie supérieure (w_1) m	Largeur à la base (w_2) M	Profondeur M
1	10.0	4.0	2.1
2	12.0	5.0	2.1
3	11.0	4.0	1.9
4	12.0	6.0	1.8
5	9.0	6.0	2.1
6	9.0	3.0	2.2
7	11.0	5.0	2.0
8	9.0	5.0	2.3
9	10.0	4.0	2.4
10	12.0	5.0	2.2
11	14.0	6.0	2.3
12	9.0	6.0	1.8
13	9.0	4.0	1.9
14	11.0	5.0	1.8
15	10.0	4.0	1.7
16	9.0	5.0	2.0
17	8.0	3.0	2.0
18	10.0	5.0	1.7
19	11.0	6.0	1.9
20	8.0	5.0	1.8
Somme des mesures	204.0	96.0	40.0
Moyenne	Largeur w_1 = 10.2	Largeur w_2 = 4.8	Profondeur (d)= 2.0

Calculs:

- (1) Calculer la moyenne de l'aire de la section transversale du ravin, utilisant la formule $(w_1 + w_2) \div 2 \times d$.

$$\frac{1}{2} (\text{Moy Largeur } w_1 + \text{Moy Largeur } w_2) \times \text{Profondeur (m)} = \text{Aire Section Transversale}$$

$\frac{1}{2}(10.2+4.8) \times 2.0 = 15 \text{ m}^2$

- (2) Calculer le volume de sol perdu en raison du ravin assumant que les mesures ci dessous étaient prises pour un ravin mesurant 200 m de long.

$$\text{Aire Section Transversale} \times \text{Longueur (m)} = \text{Volume perdu}$$

$15 \times 200 = 3,000 \text{ m}^3$

- (3) Convertir le volume perdu en un équivalent par mètre, assumant que l'aire du bassin versant est de 1 km², ou 1,000,000 m².

$$\text{Volume perdu} \div \text{Aire du Bassin Versant (m}^2\text{)} = \text{Sol perdu LOSS (m}^3\text{/m}^2\text{)}$$

$3,000 \div 1,000,000 = 0.003$

- (4) Convertir le volume perdu en tonnes par hectare pour tout le bassin versant.

$$\text{Sol perdu (m}^3\text{/m}^2\text{)} \times \text{Densité apparente (t/m}^3\text{)} \times 10,000 = \text{Sol perdu (t/ha)}$$

$0.003 \times 1.3 \times 10,000 = 39 \text{ t/ha}$

A5.2. Piédestaux

Qu'est-ce que c'est? Un piédestal est une colonne de sol ressortant de la surface de sol érodé, protégée par un capuchon de matériel résistant (tel qu'une roche ou une racine). Des herbes touffues peuvent aussi protéger le sol immédiatement en dessous et devenir un « piédestal »- mais lire l'erreur potentielle 2 ci-dessous. Les piédestaux sont un indicateur utile lorsque les taux d'érosion en feuilles sont de l'ordre de 50 ou plus tonnes/hectare/an.

Comment cela se produit-il? Les piédestaux sont causés par l'érosion par les éclaboussures de pluie, qui délogent les particules du sol entourant le piédestal. Les particules du sol dans le piédestal ne sont pas affectées car elles sont protégées par un matériel qui absorbe la puissance des gouttes de pluie. (Les piédestaux peuvent être artificiellement simulés en utilisant des bouteilles enfoncées dans le sol. Les piédestaux sont créés, car le dessus de la bouteille protège de l'érosion le sol en dessous. Cela permet un indicateur facile à mesurer, spécialement sur les surfaces où les taux d'érosion sont très élevés en raison de l'intensité de la pluie.

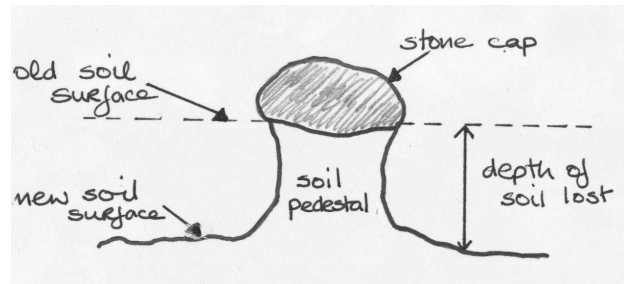


Figure A5.2a. Un dessin d'un pedestal

Où se produisent-ils ? Les piédestaux se produisent sur les sols facilement érodés. Les piédestaux sont souvent formés sous les arbres ou les cultures car les gouttes de pluie interceptées tombent sur le sol avec une plus grande énergie pour déplacer les particules de sols. La présence de graviers, galets ou particules de sable est requise, mais non en quantité excessive.

Comment sont-ils mesurés? La hauteur des piédestaux peut être mesurée en utilisant une règle. Assumant que le dessus était à la surface lorsque l'érosion a commencé, la mesure devrait être de la base de la roche ou autre matériel jusqu'à la base du piédestal, à la surface du sol. La différence entre la hauteur du piédestal et du sol représente la perte en sol depuis la dernière fois que le sol a été dérangé par le labour ou par d'autres pratiques agricoles. Il est donc important de connaître à quel moment a eu lieu ce « dérangement » pour estimer le taux de perte en sol.



Figure A5.2b. Piédestaux avec des semis de carottes, Sri Lanka

Lorsque possible, un certain nombre de mesures devrait être effectué à différents endroits dans le champ. Un simple piédestal, ou une concentration de piédestaux dans une aire particulière ne sont pas nécessairement un indicateur de l'occurrence de l'érosion en feuilles. Il est recommandé de diviser le champ en plusieurs petites aires de 1 m² et de mesurer la hauteur du plus haut piédestal à chaque location- voir l'erreur potentielle 3 ci-dessous.

Erreurs potentielles:

- 1) Tel que mentionné ci-dessous, les piédestaux se forment souvent sous les arbres ou les cultures où la pluie est interceptée avant de tomber sur le sol en plus grosses gouttes. Si cela est la seule location où un piédestal est présent, il ne fournirait pas un bon estimé du niveau de perte en sol pour une plus grande aire.
- 2) Les piédestaux peuvent être confondus avec des amas de sédiments bloqués par la végétation. Dans ce cas, la déposition plutôt que l'érosion est survenue.

- 3) Des roches précédemment enterrées peuvent se dévoiler à la surface formant un piédestal. Dans ce cas, le piédestal sous-estime l'érosion réelle. Il est donc recommandé que seulement les piédestaux les plus hauts soient considérés à chaque location.
- 4) Le matériel perdu autour d'un piédestal peut s'être redéposé à un autre endroit du champ. Si cela se produit, l'estimé de la quantité de sol redéposée doit être soustrait du calcul de la perte en sol pour connaître la perte en sol nette.

Exemple

EXEMPLE FEUILLE DE TERRAIN: PIEDESTAUX

Site:

Date:

Mesure à chaque location	Hauteur maximum d'un piédestal à chaque location (mm)
1	10
2	12
3	10
4	15
5	10
6	14
7	14
8	13
9	14
10	11
11	12
12	10
13	10
14	8
15	12
16	13
17	11
18	15
19	17
20	10
Somme des mesures	241
Moyenne	Hauteur Piedestal Moyenne = 12.05

Calculs:

- (1) Calculer en t/ha l'équivalence de la perte de sol nette (représentée par la moyenne de la hauteur du piédestal). Utilisant une moyenne de la densité apparente de 1.3g/cm^3 , un 1 mm de sol perdu équivaut à 13 t/ha.

$$\begin{array}{l} \text{Moyenne} \\ \text{Piédestal (mm)} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Hauteur} \\ 12.05 \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Densité} \\ \text{(t/ha)} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{apparente} \\ 13 \end{array} = \begin{array}{l} 157 \text{ t/ha} \end{array}$$

A5.3. La couche d'armure

Qu'est-ce que c'est? Une couche d'armure est une concentration, à la surface du sol, des particules plus grosses, qui seraient habituellement distribuées au travers de la couche de terre arable. Une telle concentration de matériel indique habituellement que les particules plus fines ont été sélectivement enlevées par l'érosion.

De quelle manière cela se produit-il? Les gouttes de pluie ou le pouvoir du vent détachent les particules du sol plus fines et plus facilement érodées. Ensuite l'eau ou le vent

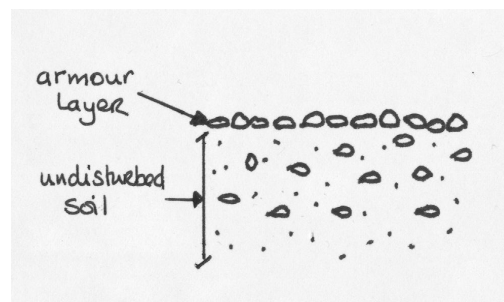


Figure A5.3a. Schéma d'une couche d'armure

les transportent en laissant les particules plus grosses à la surface.

Où cela se produit-il? Une couche d'armure se produit habituellement sur les sols ayant une fraction de grosses particules tout autant que des argiles fines, du limon et de la matière organique, et subissant des vents ou des pluies sévères.

Comment cela peut-il être mesuré? Creuser un petit trou montrant la couche d'armure. En utilisant une règle, mesurer la profondeur du matériel le plus gros. Lorsque la profondeur est moins de 1mm, il est mieux de récolter les pierres sur une aire trois fois plus grande et mesurer la profondeur et ensuite diviser par trois. Cela aide à réduire les erreurs en mesurant des profondeurs très petites. Plusieurs mesures à des endroits différents dans le champ devraient être faites afin de calculer la moyenne de la profondeur de la couche d'armure.

La proportion approximative des particules de pierres dans la couche de terre arable en dessous de la couche d'armure est estimée en prenant une poignée de sol et séparant les grosses particules du reste du sol. Dans la palme de la main, un estimé du pourcentage de grosses particules est effectué. Cette approximation devrait être répétée à différents endroits dans le sol.



Figure A5.3b. Mesurer la couche d'armure avec une règle. Sri Lanka

La profondeur de la couche d'armure est ensuite comparée avec la quantité de la couche de terre arable qu'aurait contenu cette quantité de gros matériaux. La quantité de fines particules de sol qui a été perdue en raison de l'érosion peut donc être estimée.

Ces calculs servent à faire ressortir la quantité de particules fines ayant été perdue depuis la dernière perturbation du sol- par exemple, depuis le dernier labour.

Erreurs potentielles:

- (1) Les pierres à la surface peuvent se produire pour d'autres raisons, telles que l'exhumation de la concentration de pierres dans la subsurface du sol.
- (2) La profondeur de la couche de l'armure sera habituellement mesurée en mm. Pour chaque mm, l'équivalent de sol perdu est de 13 t/ha (assumant une densité apparente moyenne de 1.3g/cm^3). Donc la précision des mesures sera importante pour estimer la perte de sol.
- (3) Les calculs reposent aussi sur une évaluation subjective de la proportion de gros matériaux dans la surface du sol. Il est utile de vérifier le pourcentage estimé avec des collègues sur le terrain afin de s'assurer qu'il n'y a pas de différence significative.
- (4) Au delà du processus de l'érosion en soi, le labourage à répétition du sol peu profond, spécialement lors des opérations de désherbage, peut causer la concentration des pierres à la surface. Lorsque cela se produit, le taux d'érosion sera exagéré, si le pourcentage de la concentration des pierres dans le sol original est basé sur l'estimation bien en dessous de la couche de terre arable. Une attention attentive à la concentration de pierres peut aider à corriger cela.

Exemple

EXEMPLE FICHE DE TERRAIN: ARMOUR LAYER

Site:

Date:

Mesure	Profondeur de la couche d'armure (in mm)	Proportion de grosses particules à la surface du sol
1	0.9	20%
2	1.1	25%
3	1.0	15%
4	1.1	22%
5	0.9	20%
6	1.2	20%
7	0.8	22%
8	0.9	19%
9	1.1	20%
10	1.1	20%
11	1.2	18%
12	1.0	20%
13	0.8	18%
14	0.9	22%
15	0.7	22%
16	1.0	20%
17	1.1	18%
18	1.2	20%
19	1.1	20%
20	0.9	19%
Somme des mesures	20.0	400%
Moyenne	TOUTE PROFONDEUR (mm)= 1.0	% GROS = 20%

Calculs:

- (1) Premièrement, convertir les mesures de sol perdu dans son équivalence en mètres. Dans ce cas, les mesures sont en mm donc il est nécessaire de multiplier par 0.001.

$$\text{Profondeur Entaille (mm)} \quad 1.0 \times 0.001 = \text{Profondeur Entaille (m)} \quad 0.001$$

- (2) Calculer la profondeur de sol requis pour générer la profondeur de l'entaille (m)- cette moyenne de la profondeur du gros matériel est de 0.001m en accordance aux mesures ci dessus. Les mesures donne une approximation de 20% (ou $\frac{1}{5}^{\text{th}}$) pour le gros matériel dans la couche arable de sol.

$$\text{Profondeur Entaille (m)} \quad 0.001 \times \text{Gros Matériel \%} \quad 20\% \text{ or } \frac{1}{5}^{\text{th}} = \text{Sol Total(m)} \quad 0.005$$

- (3) Calculer le sol perdu

$$\text{Sol total (m)} \quad 0.005 - \text{Profondeur Entaille (m)} \quad 0.001 = \text{Perte de Sol Nette (m)} \quad 0.004$$

- (4) Calculer en t/ha l'équivalent de la perte de sol nette– utilisant une moyenne de la densité apparente de 1.3g cm^3 . A cette densité apparente 1 mm de sol perdu équivaut a 13 t/ha, donc 1m de sol perdu serait équivalent a 13,000 t/ha.

Perte de Sol Nette (m)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0.004</div>	x	Volume Equivalent par Hectare (t/ha)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">13,000</div>	=	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">52 t/ha</div>
---------------------------	--	---	---	---	---	--

A5.4. Exposition des parties sous-terraines des clôtures ou autres structures

Qu'est-ce que c'est? L'érosion en feuilles entraînant une réduction du niveau général du sol peut être identifiée là où les portions ou fondations souterraines des structures construites par l'homme, telles que les clôtures, les pôles, les vieilles routes, les ponts et les édifices, sont exposées. (Les accumulations de sol sont aussi possible alentours de ces structures. Ou cela se produit, la technique appropriée pour quantifier la perte de sol en estimant le taux d'érosion serait l'accumulation de sol contre les barrières.)

De quelle manière cela se produit-il? Cela se produit par l'action du vent ou de l'eau sur la surface du sol et le transport des particules pour les déposer plus loin. Sur une longue période de temps, assumant que le retrait sera plus important que la déposition, cela causera une réduction dans le niveau de la surface du sol. Les structures avec des fondations/profondeurs connues sous la surface peuvent donc être utilisées pour mesure la diminution générale du sol.

Où cela se produit-il? Les mesures de la perte de sol utilisant les structures construites par les humains peuvent être effectuées lorsqu'il est clair que l'érosion est le seul facteur causant la perte de sol. Les clôtures et les pôles sont particulièrement utiles car leur établissement dans le sol n'implique aucune perturbation majeure. La construction de sentiers, chemins et ponts impliquent souvent une importante perturbation initiale, mais cela peut être compensé en permettant une période initiale de rétablissement. Dans certains cas, les ponts et les chemins deviennent des points de repère utiles s'ils sont abandonnés ou sans maintenance. Les édifices sont plus compliqués car ils requièrent souvent de la maintenance au fil des ans.

Ce type d'investigation tombe dans le domaine de l'archéologie, et l'enquêteur devrait être au courant des droits et des obligations légales en vigueur dans l'aire locale.

Comment cela peut être mesure? La stratégie de mesure dépend clairement de l'objet utilisé pour établir le niveau original du sol. Pour les clôtures et les pôles, cela peut être établi en déterminant la hauteur de la partie exposée de la clôture ou du pôle et/ou la longueur enfouie dans le sol. Les clôtures ou pôles utilisées dans une aire donnée sont souvent de longueurs standards (voir l'encadré A5.1). Sinon il sera nécessaire de déterminer la valeur typique en mesurant la longueur hors terre des clôtures aux sites les moins affectés par l'érosion du sol. La distance entre la nouvelle surface de sol et le point sur la clôture étant originellement à la hauteur du sol peut être mesurée en utilisant une règle. Dans certains cas, la clôture peut être totalement hors du sol, mais tenue en place par les fils métalliques et donc un taux d'érosion maximum peut être calculé. (L'excavation peut être requise où la clôture est totalement enterrée en raison de la déposition de particules de sol.)

Encadré A5.1. Exemple de l'utilisation des pôles d'une clôture pour déterminer la perte de sol dans les pâturages dégradés en Australie.

Dans une étude australienne, une clôture en ligne croise un terrain en pente pour clôturer des aires de pâturage. Les pôles étaient toutes de longueur uniforme et chacun avait trois positions de trous pour attacher les fils de fer. Dans ce cas, la hauteur du trou le plus bas était positionnée à une hauteur donnée à la surface du sol. Cette configuration fournit une bonne base pour l'établissement de la position originale de la surface du sol. L'érosion était indiquée par une distance plus grande entre la surface du sol actuelle et la hauteur du premier trou, mesuré avec une règle avec une précision de 0.5 cm. L'étude a utilisé un certain nombre de clôtures pour démontrer la tendance spatiale de l'érosion et de la sédimentation et délimiter les aires où la dégradation de ce type n'était pas évidente.

Source: Geoff Humpreys, Macquarie University, correspondance personnelle.



Figure A5.4. La vieille route de la soie, Gaolingong Mts, Chine du sud

La même procédure s'applique pour les édifices et les autres structures, mais considérant qu'ils sont des locations ponctuelles, ils ne peuvent fournir autant d'information spatiale que les clôtures. Dans le cas des chemins ou des routes de terre battue, il est commun que le pavé disparaisse légèrement avec le temps ou soit brisé. Cela peut se produire par la sédimentation ou dans les aires d'érosion active, spécialement sur les pentes raides. (Une telle destruction peut aussi être causée par le retrait de sol sous le pavé par les animaux tels que les fourmis, les vers de terres et les termites.) L'absence de chemin détruit peut indiquer une stabilité raisonnable et des taux faibles d'érosion (Figure A5.4).

Erreurs potentielles:

- 1) L'utilisation des clôtures, pôles et structures similaires est possible seulement si l'âge de la structure est connu et lorsque possible là où il est possible de déterminer le niveau original de la surface du sol. Si ces deux paramètres ne sont pas satisfaits, alors cette méthode n'est pas appropriée.
- 2) Les clôtures et les autres structures peuvent promouvoir activement l'érosion ou la sédimentation. En effet, les clôtures ou autres barrières très près du sol peuvent agir comme un obstacle favorisant la sédimentation. Les meilleures clôtures sont celles sans barrières au niveau du sol.

Exemple

EXEMPLE
FICHE DE TERRAIN: EXPOSITION DE LA CLOTURE

Site:

Date:

<i>Mesure</i>	<i>Profondeur de l'érosion</i>	<i>Convertie en Tonnes/Hectare B x 13* t/ha</i>	<i>Temps depuis l'établissement de la structure</i>	<i>Changement annuel dans le niveau du sol</i>
<i>A</i>	<i>mm B</i>	<i>C</i>	<i>Ans D</i>	<i>t/ha/an</i>
1	20	260	45	5.8
2	55	715	45	15.9
3	40	520	45	11.6
4	105	1365	45	30.3
5	60	780	45	17.3
6	55	715	45	15.9
7	80	1040	45	23.3
8	35	455	45	10.1
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Somme des mesures	-		-	130.2
Moyenne	-		-	Perte de sol annuelle= 16 t/ha

*N.B.: 1mm de sol perdue est équivalent a 13 t/ha, ou la densité apparente est de 1.3g/cm³.

A5.5. L'affleurement de la roche

Qu'est ce que c'est? L'affleurement de la roche décrit une situation où la roche sous jacente est exposée à la surface du sol en raison de l'érosion.

Où cela se produit-il? L'affleurement de la roche se produit lorsque les particules de sol couvrant le sol ont été retirées par l'action du vent ou de l'eau. Le sol nu est donc exposé: c.à.d. sa position relative en rapport à la surface du sol a changé. L'affleurement de la roche se produit là où des sols peu profonds couvrent la roche massive. La roche bien décomposée n'est pas appropriée car elle est aussi sujette à l'érosion et donc ne peut fournir un indicateur clair de la mesure de sol perdu.

Comment cela peut être mesuré? Il est nécessaire d'évaluer à quel niveau d'érosion la roche nue était lorsque l'érosion accélérée a commencé. Cela peut être difficile, mais deux situations pratiques sur le terrain peuvent être considérées. Premièrement, la roche était partiellement enterrée. Dans ce cas, la vieille surface du sol marque habituellement la roche et la partie préalablement enterrée de la roche peut être vu. Dans d'autres situations, la plus vieille roche exposée est couverte de lichens et la roche nouvellement exposée ne l'est pas. Même lorsque le lichen n'a pas été enlevé, l'évidence de leur présence reste sous la forme de gravures sur la roche. La prise de mesure est donc simple : prendre la profondeur du sol enlevé en mesurant verticalement à partir de la surface actuelle du sol jusqu'à la frontière avec la partie marquée de la roche. Deuxièmement, la roche peut être complètement enterrée. Cela survient lorsqu'il n'y a aucune évidence claire de marques servant à différencier les aires non marquées. Dans ce cas, l'hypothèse est que la roche était juste en dessous de la vieille surface du sol. Selon cette hypothèse, le retrait du sol par l'érosion équivaut à la profondeur de la hauteur de l'exposition de la roche. Il est clair que cela fournit un estimé minimum de la perte de sol dans le long terme. Au moins, il n'y aura pas de risque d'exagérer. Il est recommandé qu'un large nombre de mesures soient prises afin de réduire les erreurs d'échantillonnage individuel. Si des mesures périodiques sont planifiées, des marqueurs devraient être laissés afin de montrer le niveau du sol actuel. Les ongles de maçonnerie fournissent un marqueur utile sur les roches dures. Les futures mesures devraient ensuite être effectuées en référence à ces marqueurs. Toutefois, cela a peut de chance de fournir des résultats mesurables avant plusieurs années d'érosion- en d'autres mots, après assez d'érosion pour causer une diminution d'au moins 10 mm.

Erreurs potentielles:

- 1) La source d'erreur majeure est d'identifier où la roche se trouve en relation à la surface du sol avant que les signes d'érosion aient commencés. Les meilleures situations sont les roches de couleurs foncées qui s'effleurent en argiles brunes riches ou les riches plus pâles qui s'effleurent en argiles rouges- dans ces cas, la marque est facilement visible et ce pour plusieurs décennies. La meilleure vérification est de regarder un certain nombre de roche effleurées afin d'accumuler un ensemble de mesures consistantes sur la perte de sol- une plus grande confiance peut donc être acquise dans les estimés.
- 2) La ligne de base du niveau de la surface de sol actuelle peut être problématique. L'effleurement de la roche en soi altère l'hydrologie locale et peut partiellement protéger le sol sur la partie en amont. Sur la partie en aval, des turbulences dans le flux de l'eau peut causer des plus grandes abrasions, donc abaisser le niveau actuel de la surface du sol encore plus que si la roche n'avait pas été présente. Une inspection attentive du site peut confirmer ces sources d'erreur, et une fois détectées, elles peuvent être compensées.
- 3) Le temps pendant lequel est survenu l'effleurement de la roche peut être difficile à estimer. Normalement, il est suffisant de s'informer sur l'ouverture des terres à l'agriculture et utiliser cette date pour calculer le temps sur lequel l'érosion s'est produite. Toutefois, la dégradation des terres peut ne pas être également distribuée dans le temps, donc les résultats devraient être présentés comme des estimés des moyennes à long terme.
- 4) Des arbres tombés résultent souvent avec l'occurrence de pierres et de fragments de roches sur ou près de la surface. Donc, spécialement où il y a des évidences de déboisement ou d'arbres récemment tombés, les pierres à ou près de la surface peuvent ne pas indiquer des processus d'érosion.

Exemple:

Voir 'entailles'

A5.6. Entailles

Qu'est-ce que c'est? Ceci est un cas très particulier mais très utile de l'indicateur précédent-effleurement de la roche. Les entailles sont des impressions présentes sur les roches indiquant le niveau historique du sol.

Comment ce produisent-elles? Les entailles se forment en raison des réactions chimiques entre le sol, l'air et la roche. La surface du sol a plus de réaction chimique avec la roche en raison des acides humiques relâchés par la matière organique lorsqu'elle décompose et une plus grande abondance de la flore et la faune. Donc, dans la couche de terre arable, spécialement à l'interface entre les terres arables et l'atmosphère, il y a plus d'effleurement des roches nues adjacentes. Cet effleurement laisse une entaille horizontale qui est souvent plus lisse que la roche effleurée. Là où le sol est enlevé par la suite (en raison de l'érosion ou autre), ces entailles deviennent visibles comme des marqueurs permanents de là où le sol était auparavant.

Où cela survient? Les entailles surviennent surtout sur les roches sédimentaires et calcaires. Celles-ci sont les roches les plus susceptibles de réagir avec les acides organiques chimiques, mais le même effet peut survenir sur d'autres roches.

Comment cela est mesuré? La prise de mesure est plus au moins similaire à celle pour mesurer l'effleurement des roches. La distance entre l'entaille et le niveau du sol actuel donne une indication de combien de sol a été érodé. Cette distance peut être mesurée en utilisant la règle, et ensuite convertie en quantité de sol perdue par hectare. Un problème avec l'utilisation des entailles pour déterminer le taux de la perte de sol est de trouver un autre indicateur pour la calibration, afin d'estimer la période sur laquelle la perte de sol s'est produite. D'autres indicateurs peuvent inclure l'exposition des racines d'un arbre sur les arbres dans les alentours ou des marques du niveau du sol sur les maisons construites et pour lesquelles la date de construction est connue. Alternativement, il peut être possible de dater la surface exposée en référence à l'érosion, mais considérant que cela survient à un taux de 2-5 mm/1,000 ans, la surface doit avoir été exposée pour au moins quelques centaines d'années.

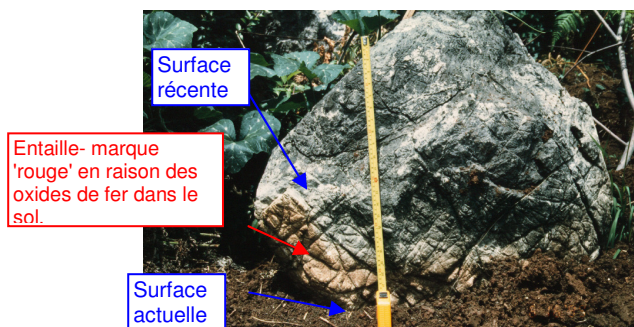


Figure A5.6 Entaille

Noter que la surface rouge est plus lisse que la partie grise de cette roche calcaire.

Erreurs potentielles:

- 1) Les marques sur les roches peuvent ne pas être des entailles. Elles peuvent indiquer d'autres formes de dommages, par exemple, l'éraflure par la machinerie. Toutefois, ce type de dommage produit initialement des surfaces rudes, brisées et avec des bords tranchants qui contrastent avec la douceur d'une entaille naturelle.
- 2) La quantité de sol perdu à la base de la roche peut être moins ou plus que ce qui survient aux alentours. La déposition des particules de sol peut se produire contre la roche (telle que l'accumulation contre une barrière) ou des canaux peuvent se former à la base de la roche, augmentant la quantité de sol perdu.
- 3) Il peut être difficile de déterminer une ligne du temps sur laquelle l'érosion s'est produite.

Exemple:

Cet exemple s'applique pour les effleurements de la roche et les entailles. Plusieurs mesures individuelles doivent être effectuées à l'endroit, et les résultats comparés afin de savoir s'ils sont comparables. D'autres techniques telles que l'exposition des racines et les monticules des arbres devraient être effectuées afin de corréliser avec les résultats des roches effleurées.

Assumez que les entailles (ou les marques évidentes sur les roches) sont à une distance (h) de 22 cm de la surface de sol actuelle- voir la photo. Il est estimé que la perte de sol s'est produite depuis que la terre a été déboisée et que l'agriculture a commencé 20 ans auparavant.

Perte de sol annuelle $= 22/20 = 11 \text{ mm/an}$

Convertit en Tonnes/Hectare $= 11 \times 1.3 \times 10 = 143 \text{ t/ha/an}$

A5.7. Accumulation contre une barrière

Qu'est-ce que c'est? Lorsque le transport de matériel érodé est bloqué par une obstruction, les particules suspendues dans l'eau d'écoulement peuvent se déposer contre l'obstruction. Cela cause l'accumulation de sédiments contre la barrière. Cet indicateur mesure le mouvement du sol au travers du champ plutôt que la perte de sol du champ.



Noter la différence entre le niveau du sol ou la personne est et de l'autre côté de la haie.

Figure A5.7a. Accumulation de sol derrière une haie a Gliricidia, Sri Lanka

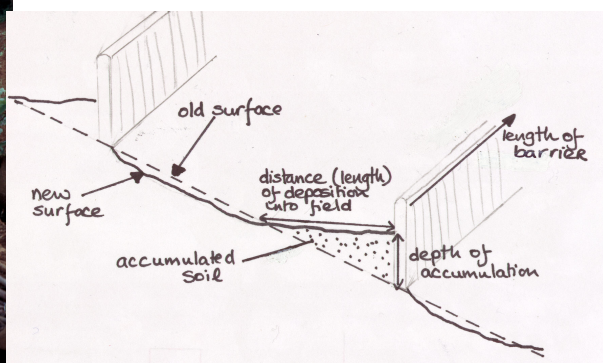


Figure A5.7b. Schéma de l'accumulation de matériel érodé contre une barrière

Comment cela se produit-il? De fines particules de sol sont transportées par l'eau. Si l'écoulement rencontre une barrière, sa vitesse est réduite et les particules de sol se déposent, créant ainsi une petite couche de sédiments. Sur les pentes plus raides, et spécialement lorsque le sol est sèche, des mottes de sol peuvent rouler vers le bas de la pente avec la moindre perturbation. Au fil du temps, le matériel déposé altérera la surface de la pente. Cette accumulation est souvent accélérée par l'érosion causée par le labourage- voir l'erreur 3.

Où cela se produit-il? L'accumulation contre une barrière se produit lorsqu'une obstruction bloque le transport des fines particules de sol. Des obstructions typiques sont des barrières dans les champs, des troncs sur la surface, des cordons pierreux et des clôtures.

Comment cela est mesuré? Le volume de sol piégé derrière la barrière est calculé en mesurant la profondeur du sol déposée et l'aire de déposition. Dans le cas où l'accumulation est contre une barrière continue telle qu'une clôture ou une haie, la mesure fournira une approximation de la perte de sol dans le champ.

Un examen visuel de l'aire près de la barrière indiquera l'étendue de la déposition dans le champ. Cette distance (longueur) devrait être mesurée à un certain nombre de points. La profondeur du sol accumulée contre la barrière peut être déterminée en examinant le niveau de sol contre la barrière de l'autre cote de l'accumulation. (Il y a un danger que le niveau du sol près de la barrière aura été diminué en raison de l'érosion du sol sur la partie basse du champ). Tel qu'illustré à la

Figure A5.6a, la profondeur de l'accumulation de sol n'est pas constante. Afin de calculer la quantité de sol accumulée une pente linéaire est assumée.

La quantité de sol accumulée derrière la barrière représente l'accumulation au fil du temps. La perte de sol annuelle de la pente se calcule en divisant la quantité de sol accumulée par le nombre d'années pour lesquelles la barrière existe. Les vieilles barrières peuvent être considérées comme des sites archéologiques et donc une excavation attentive peut permettre de retracer des matériaux tels que le charbon ou des objets d'art.

Erreurs potentiels

- (1) Les calculs ne différencient pas entre les sédiments qui résultent de l'érosion dans le champ et les sédiments qui résultent de l'érosion en haut de la pente et en dehors du champ, pouvant donc entraîner la surestimation de la perte de sol dans le champ.
- (2) Le matériel transporté par l'écoulement ne sera pas tout déposé à la barrière. La vitesse, le volume et la direction de l'écoulement influencent le niveau de déposition. Ainsi, la perte de sol estimée peut être sous-évaluée par la quantité de sol transportée au delà de la barrière.
- (3) Les techniques de tillage peuvent augmenter la profondeur de sol derrière les barrières, particulièrement où les techniques de conservation telles que le terrassement ont été introduites pour diminuer l'effet de la pente. Ce labourage de l'érosion est aussi appelé érosion du labour, car les fermiers poussent souvent le sol vers le bas lorsqu'ils cultivent.
- (4) Si la pente était convexe avant que la barrière soit construite, l'approximation de la perte de sol sera sous-estimée car il est assumé que la pente est linéaire.

Exemple

EXEMPLE FEUILLE DE TERRAIN: ACCUMULATION CONTRE UNE BARRIERE

Site:

Date:

Mesure	Mesure de la profondeur cm	Mesure de la longueur Cm
1	18	100
2	12	110
3	14	120
4	19	70
5	18	80
6	18	60
7	17	90
8	13	90
9	14	100
10	15	120
11	15	110
12	12	120
13	19	100
14	19	80
15	14	70
16	16	90
17	15	70
18	17	100
19	17	110
20	18	100
Total	320	1890
Moyenne	16	94.5
Longueur de la barrière:		(m) 7.00
Aire de contribution (basin versant) de la barrière:		(m ²) 70.0

Calculs:

- (1) Convertir la moyenne de la profondeur et de la longueur de l'accumulation contre la barrière en mètres (en multipliant par 0.01). Donc une profondeur moyenne de 16 cm est égale à 0.16m et la longueur moyenne de la barrière dans le champ est de 94.5 cm est équivalente à 0.945 m.
- (2) Calculer la moyenne de l'aire de la section transversale de l'accumulation, utilisant la formule de l'aire d'un triangle (c.à.d. $\frac{1}{2}$ de la largeur horizontale x la profondeur).

$$\frac{1}{2} \times \text{Profondeur (m)} \quad 0.16 \times \text{Longueur (m)} \quad 0.945 = \text{Aire Section Transversale} \quad 0.07560 \text{ m}^2$$

- (3) Calculer le volume de sol accumule derrière la barrière assumant que la barrière mesure 7 m de longueur.

$$\text{Aire Section Transversale (m}^2\text{)} \quad 0.07560 \times \text{Barrière (m)} \quad 7 = \text{Volume accumule} \quad 0.5292 \text{ m}^3$$

- (4) Convertir le volume total accumule en un volume par mètre carré de l'aire de 70 m².

$$\text{Volume accumulé (m}^3\text{)} \boxed{0.5292} \div \text{Aire de contribution (m}^2\text{)} \boxed{70} = \text{Perte de sol (m}^3\text{/m}^2\text{)} \boxed{0.00756}$$

- (5) Convertir le volume en mètre carré en tonnes par hectare.

$$\text{Sol perdu (m}^3\text{/m}^2\text{)} \boxed{0.00756} \times \text{Densité apparente (t/m}^3\text{)} \boxed{1.3} \times \boxed{10,00} = \text{Sol perdu (t/ha)} \boxed{98.2803}$$

- (6) Convertir le total de sol perdu tel que représenté par le sol accumulé derrière la barrière dans un équivalent annuel, assumant que la barrière fut construite 3 ans avant que les mesures soient prises.

$$\text{Sol perdu (t/ha)} \boxed{98.3} \div \text{Temps (an)} \boxed{3} = \text{Perte annuelle de sol} \boxed{33 \text{ t/ha/an}}$$

A5.8. Sédiments dans les drains

Qu'est-ce que c'est? Sur les terres agricoles, l'écoulement de l'eau des pentes est souvent canalisé en bas de la pente à travers des drains au travers de la pente qui servent à protéger les terres des écoulements excessifs. Les sédiments transportés dans la pente peuvent être déposés lorsque l'eau passe le long des drains.

Comment cela se produit-il? Lorsque l'écoulement ralentit en entrant dans le drain, le matériel érodé transporté est déposé dans le drain. Le processus est exactement le même que la sédimentation dans un lit de rivière lorsque la vitesse du flux cesse d'être suffisante pour transporter les particules en suspension. Les sédiments déposés indiquent la quantité et le type de matériel qui a été érodé des terres en amont du drain.

Où cela se produit-il? La déposition des sédiments survient aux mêmes endroits où survient l'érosion, car les particules de sol déplacées sont inévitablement redéposées à un autre endroit en bas de la pente- dans ce cas les drains agissent comme une trappe à sédiments.



Figure A5.8. Sédiments dans le drain.
Venezuela

Comment peuvent-ils être mesurés? La différence entre le niveau de la surface du drain avant et après la déposition représente la quantité déposée de matériel érodé de l'aire de captage du drain. Les sédiments dans le drain peuvent être mesurés en calculant la profondeur des sédiments, la largeur et la longueur du drain. En multipliant ces trois figures ensemble, le volume de sol déposé dans le drain peut être estimé. Des mesures à des points différents le long du drain devraient être prises afin d'obtenir une moyenne de la profondeur des sédiments déposés et la moyenne de la largeur du drain.

Erreurs potentielles:

- 1) Si déposés, les sédiments sont mesurés comme s'ils provenaient de l'aire de captage du drain, résultant donc à une potentielle surestimation de la quantité de sol perdu.
- 2) Le matériel érodé très fin (tel que la matière organique, les argiles et les limons) peut ne pas être déposé dans le drain mais plus bas. Ce matériel érodé est donc complètement absent du calcul. Cela veut dire que la quantité d'érosion d'une parcelle de terre peut être sous-estimée, particulièrement si la perte de sol la plus importante se produit suite à des pluies importantes/orages, plutôt que continuellement au cours de la saison.
- 3) Le type de matériel érodé n'est pas représentatif de la perte totale de sol - voir le rapport d'enrichissement dans le manuel.
- 4) Le matériel érodé dans le drain peut aussi être repris par l'écoulement et être transporté plus bas. Donc les mesures prises après une tempête suggèrent une perte de sol moins importante que les mesures prises au même endroit avant la tempête.
- 5) L'érosion dans le champ n'est pas considérée. Ainsi, si le matériel érodé ne sort pas de la parcelle de terre, il ne sera pas inclus dans la mesure de l'érosion.

Exemple:

En raison des erreurs potentielles notées ci haut, les sédiments dans les drains donneront un estimé très conservateur de la perte de sol dans les champs. Les valeurs actuelles de la perte de sol peuvent être estimées en multipliant par une valeur hypothétique du rapport d'enrichissement- mais cela n'est pas démontré dans l'exemple ci dessous.

EXEMPLE FICHE DE TERRAIN: SEDIMENTS DANS UN DRAIN

Site:

Date:

Mesure	Profondeur des sédiments cm	Largeur du drain Cm
1	2.6	30
2	2.9	28
3	2.6	30
4	2.7	30
5	3.0	28
6	2.7	27
7	3.2	30
8	3.0	28
9	2.8	30
10	2.8	30
11	2.8	30
12	3.0	29
13	3.0	28
14	2.5	27
15	2.9	28
16	2.7	29
17	2.7	29
18	3.2	30
19	3.6	30
20	3.3	29
Somme des mesures	58.0	580.0
Moyenne	PROFONDEUR = 2.9	LARGEUR = 29.0
Longueur du drain: (m) 10		
Aire de captage contribuant au drain: (m ²) 50		

Calculs:

- (1) Convertir la moyenne de la profondeur et de la largeur des sédiments dans le drain en mètres (en multipliant par 0.01). Donc une profondeur moyenne de 2.9 cm est égale à 0.029 m et une largeur horizontale moyenne de 29 cm est équivalente à 0.29 m.

- (2) Calculer la moyenne de l'aire de la section transversale des sédiments dans le drain.

$$\text{Largeur (m)} \quad \boxed{0.29} \times \text{Profondeur (m)} \quad \boxed{0.029} = \text{Aire de la section transversale} \quad \boxed{0.00841 \text{ m}^2}$$

- (3) Calculer le volume de sol déposé dans le drain, ou le drain est 10 m de long.

$$\text{Aire Section Transversale (m}^2\text{)} \quad \boxed{0.00841} \times \text{Longueur (m)} \quad \boxed{10.0} = \text{Volume déposé} \quad \boxed{0.0841 \text{ m}^3}$$

- (3) Convertir le volume total par mètre carré de bassin versant.

$$\text{Volume (m}^3\text{)} \text{ déposé } \boxed{0.0841} \div \text{Aire de contribution (m}^2\text{)} \boxed{50} = \text{Perte de sol (m}^3\text{/m}^2\text{)} \boxed{0.001682}$$

(4) Convertir le volume en mètre carré en tonnes par hectare.

$$\text{Perte de Sol (m}^3\text{/m}^2\text{)} \boxed{0.001682} \times \text{Densité apparente (t/m}^3\text{)} \boxed{1.3} \times \boxed{10,00} = \text{Perte de sol (t/ha)} \boxed{21.866}$$

A5.9 Rigoles

Qu'est ce que c'est? Une rigole est une dépression ou un canal linéaire peu profond dans le sol qui transporte l'eau suite à une pluie récente. Les rigoles sont habituellement alignées perpendiculairement à la pente et se produisent en série de lignes parallèles.

Où se produisent-elles? Une rigole est causée par l'action de l'eau. Les écoulements ou ruissellements convergent dans les dépressions qui deviennent plus profondes avec le temps. Une rigole est donc un produit de l'action d'affouillement de l'eau dans un canal. C'est aussi un moyen de drainer rapidement une petite section d'un champs et de transporter efficacement des sédiments érodés du bassin de la rigole. Une distinction largement acceptée entre rigoles et ravins d'érosion, souvent appliquée à la conservation des sols, est : les rigoles peuvent être éliminées usant des pratiques agricoles normales (telles que le labourage), cependant les ravins d'érosion requièrent des interventions spécifiques et de plus grande échelle ayant recourt aux bulldozers, des revêtements en béton ou des gabions. Les rigoles surviennent sur les pentes, et les ravins d'érosion surviennent plutôt le long des lignes de drainage.

Où surviennent-elles? Les rigoles surviennent sur une surface en pente où les écoulements sont prévalents en raison de l'usage du sol ou du manque de végétation. Typiquement, les rigoles surviennent là où le sol a été perturbé, mais où la surface est restée relativement molle et sans végétation (ex. après le labourage, suite à la construction d'édifices et sur les cotés d'un barrage ou des remblais d'une route. Les rigoles sont aussi plus sujettes à se former dans des dépressions légères du sol, donc les chemins, les routes, les dalots et les voies faits par des équipement de labour sont à risque de se transformer en rigoles.

Comment peuvent-elles être mesurées? L'évaluation la plus commune des rigoles consiste à mesurer le volume de sol qui a été érodé pour former la rigole: cela veut dire le volume et la masse de sol maintenant absente en raison de la rigole. Ce calcul n'inclut pas la quantité d'érosion qui a lieu entre les rigoles, l'érosion inter rigole, qui peut être mesuré usant d'autres techniques telles que l'érosion en feuilles. Les mesures de perte de sol due aux rigoles assument que les dépressions ont une forme géométrique. Des coupes triangulaires (voir figure A5.9), semi-circulaires et rectangulaires sont les plus communes.

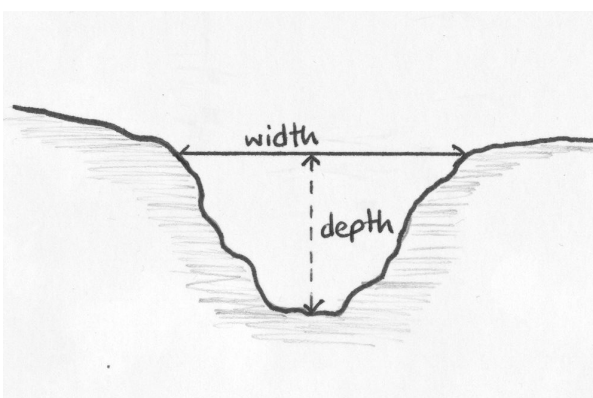


Figure A5.9: Schéma montrant la coupe de forme triangulaire

Afin de calculer la quantité perdue de sol, il est nécessaire de mesurer la profondeur, la largeur et la longueur de la rigole. Des mesures de la largeur et de la profondeur d'une rigole sont suggérées afin de calculer la moyenne d'aire de la coupe. La moyenne est appropriée car une rigole ne sera pas constante en largeur et en profondeur tout au long de sa longueur. Ces mesures de la moyenne d'aire de la coupe et la longueur sont utilisées pour calculer le volume de sol déplacé par la rigole. Si le temps de formation de la rigole est connu (si, par exemple, la terre a été labourée deux mois ou deux années auparavant), il est donc possible d'estimer un taux annuel de perte de sol.

Des rigoles uniques sont rares. Habituellement, plusieurs surviennent sur la même pente. Chaque rigole a une aire de contribution où l'eau s'écoulera et passera dans la rigole et les sédiments seront dérivés le long de la rigole. La mesure la plus utile pour calculer le degré ou l'importance de l'érosion par rigole est celle du volume ou de la masse de sol par mètre carré du bassin (voir Figure A5.9).

Cela peut être converti en tonnes par hectare pour rendre la mesure comparable avec d'autres estimations de l'érosion du sol.

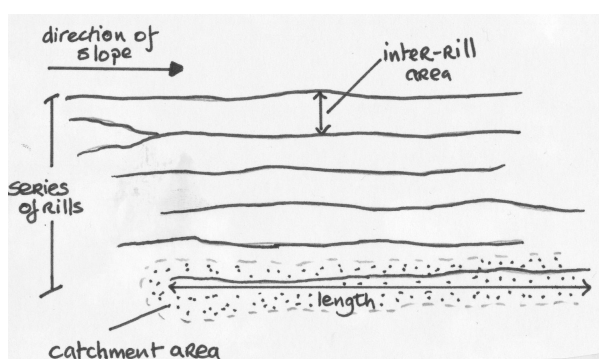


Figure A5.9: Séries de rigoles parallèles

Erreurs potentielles:

- 1) Là où les rigoles d'érosion sont évidentes, d'autres formes d'érosion surviennent. Les rigoles sont tout simplement un symptôme visible de l'érosion en feuilles. Donc, il est important que les mesures de la perte de sol associée aux rigoles ne soient pas considérées comme étant la quantité totale de la perte de sol dans un secteur particulier. La rigole indique le faible état du bassin versant immédiat à la rigole, et où cela est possible, des évaluations sur le terrain de la perte de sol associée à l'érosion en feuilles devraient être faites. Il a été démontré que le sol perdu pour former la rigole est habituellement une faible fraction de la perte de sol totale du bassin. Cela peut ne pas être le cas, s'il y a un dense réseau de rigoles.
- 2) Faire la moyenne des aires transversales le long de la rigole et multiplier par la longueur de la rigole donnera une approximation du volume total. Le plus de mesures d'aires effectuées près de la forme réelle de la rigole, plus précise sera l'estimation de l'érosion en rigoles.
- 3) Comme mentionné, les rigoles surviennent lorsqu'il y a des dépressions préexistantes dues à l'érosion de l'eau. L'évaluateur de terrain doit estimer le volume de la dépression originale, pour calculer le sol enlevé par le processus de formation d'une rigole.
- 4) Là où la re-déposition du matériel enlevé des rigoles est dans le même champ : pour éviter de surestimer le niveau de sol perdu, une estimation de la quantité du sol redéposée doit être soustraite pour calculer la perte de sol à partir des rigoles.
- 5) Les rigoles sont des éléments éphémères, facilement effacés par les pratiques agricoles telles que le désherbage. L'évidence de l'érosion peut donc disparaître rapidement sauf si des évaluations rapides et en temps sont effectuées. Le commencement précoce de la saison agricole des cultures favorise tout particulièrement la formation de rigoles.
- 6) L'estimation de l'aire du bassin contribuant aux formations doit être effectuée seulement suite à une inspection minutieuse du site. Examinez l'évidence de lignes d'écoulement de l'eau pour déterminer la forme et la grandeur de la frontière du secteur de contribution. Regardez pour le

point tournant entre deux rigoles tout comme les lignes de frontières entre deux secteurs. Dans un champ nivelé entre les terrasses ou les bords de champ, cela n'est habituellement pas très difficile. L'aire de contribution peut être de l'ordre de 10 jusqu'à 100m².

- 7) Les rigoles peuvent être causées (du moins en partie) par l'écoulement d'eau provenant du haut de la pente. Cela devrait être pris en considération lors de l'enquête sur l'aire de contribution.

Exemple

EXEMPLE FICHE DE TERRAIN: RIGOLES

Site:

Date:

Mesure	Largeur Cm	Profondeur Cm
1	10	5
2	15	7
3	12	5
4	11	6
5	11	6
6	12	4
7	14	3
8	10	2
9	13	3
10	13	2
11	11	4
12	11	5
13	10	6
14	15	5
15	14	5
16	13	3
17	10	4
18	11	4
19	12	3
20	12	2
Somme des mesures	240.0	84.0
Moyenne*	LARGEUR = 12.0	PROFONDEUR = 4.2
Longueur de la rigole: (m) 2.50		
Aire (bassin) contribuant à la rigole: (m ²) 12.0		

*Rappel: pour avoir la moyenne, diviser la somme de toutes les mesures par le nombre de mesures effectuées.

Calculs:

- (1) Convertir la largeur et la profondeur moyennes de la rigole en cm en mètres (en multipliant par 0.01). Ainsi, une largeur horizontale moyenne de 12cm est égale à 0.12m et une profondeur moyenne de 4.2cm est équivalente à 0.042m.
- (2) Calculer la moyenne de l'aire transversale de la rigole, en utilisant la formule pour la section transversale appropriée: la formule pour l'aire d'un triangle (c.-à-d. $\frac{1}{2}$ la largeur x profondeur); demi-cercle ($1.57 \times$ largeur x profondeur); et rectangle (largeur x profondeur). Ainsi, assumant une section transversale triangulaire, on obtient la formule suivante:

$$\frac{1}{2} \times \text{Largeur (m)} \times \text{Profondeur (m)} = \text{Aire transversale}$$

$\frac{1}{2}$	X	Largeur (m)	0.12	x	Profondeur (m)	0.042	=	Aire transversale	0.00252 m ²
---------------	---	-------------	------	---	----------------	-------	---	-------------------	------------------------

- (3) Calculer le volume de la perte de sol due à la rigole assumant que les mesures ci-dessous ont été prises sur une rigole mesurant 2.5 mètres de longueur.

$$\text{Aire transversale (m}^2\text{)} \quad \boxed{0.00252} \times \text{Longueur (m)} \quad \boxed{2.5} = \text{Volume perdu} \quad \boxed{0.0063 \text{ m}^3}$$

- (4) Convertir le volume totale perdu à un volume par mètre carré de l'aire du bassin.

$$\text{Volume perdu (m}^3\text{)} \quad \boxed{0.0063} \div \text{Aire du bassin (m}^2\text{)} \quad \boxed{12} = \text{Sol perdu (m}^3\text{/m}^2\text{)} \quad \boxed{0.000525}$$

- (5) Convertir le volume par mètre carré en tonnes par hectare.

$$\text{Sol perdu (m}^3\text{/m}^2\text{)} \quad \boxed{0.000525} \times \text{Densité apparente (t/m}^3\text{)} \quad \boxed{1.3} \times \boxed{\frac{10,00}{0}} = \text{Perte de sol (t/ha)} \quad \boxed{6.9}$$

Annexe 6. Salinité du sol et évaluation sur le terrain

Aperçu

La salinisation du sol est l'accumulation de sels au point de pousser à la dégradation des sols et de la végétation.

Les sols salins se produisent lorsque l'apport en sel, par exemple à partir de l'effleurement de la roche, des capillaires, de la pluie ou d'inondations, dépasse la capacité d'absorption des plantes au lessivage et aux inondations. Donc la salinisation de la surface du sol se produit lorsque les conditions suivantes sont présentes:

- la présence de sels solubles, tels que les sulfates de sodium, et le magnésium dans le sol
- un haut niveau de la nappe phréatique
- un taux élevé d'évaporation
- faible quantité de pluie annuelle

Les sols sodiques contiennent un taux élevé de sodium attaché à des particules d'argile. Lorsqu'en contact avec l'eau, un sol sodique se foisonne et se disperse en petits fragments. Lorsque ces petits fragments sèchent cela bloque les pores de sol causant des problèmes de durcissement, de faible infiltration et d'engorgement d'eau.

Les impacts de la salinité du sol

L'excès de sels ralentit la croissance des cultures, non seulement en raison des effets toxiques, mais en réduisant la disponibilité en eau. Les sels dans le sol augmentent l'effort effectué par les racines pour récupérer l'eau. De hauts niveaux de sel dans le sol ont un effet similaire à la sécheresse : moins d'eau est disponible pour les plantes.

Peu de plantes poussent bien dans les sols salins; donc la salinisation restreint les options de culture dans une aire donnée. La salinisation dégrade la qualité des eaux souterraines peu profondes et des ressources en eau de surface, telles que les étangs, les marais et les trous d'eau.

Les impacts sur la croissance des plantes

La salinité devient un problème lorsqu'une quantité significative de sels s'accumulent dans la zone des racines et affectent négativement la croissance des plantes. L'excès des sels dans la zone des racines empêche les racines de retirer l'eau des sols environnants. Cela diminue la quantité d'eau disponible pour la plante, indépendamment de la quantité d'eau accumulée dans la zone des racines.

Evaluation sur le terrain de la salinité du sol

La salinité du sol peut être évaluée à l'aide de symptômes visuels sur le terrain et des analyses de laboratoire plus précises.

Indicateurs visuels de la salinité

Indicateurs des plantes

- Les espèces qui occupent ces aires sont souvent tolérantes aux sels et peuvent inclure le chiendent (*espèces Cynodon*) et autres halophytes (espèces tolérantes ou en faveur d'un environnement ayant des concentrations élevées en sel)
- Une culture poussant sur des sols salins démontre souvent des symptômes de manque d'eau (des feuilles roulées ou la perte de feuilles) même si le sol est mouillé.

Propriétés du sol

- Les sols salins démontrent souvent une surface pelucheuse.
- Les croûtes de sels sont souvent observées sur le dessus des monticules, ou sur des agrégats ou sur des aires légèrement surélevées dans les champs quand la surface est sèche.

Les indicateurs visuels de la sodicité

Les indicateurs des plantes

- Une végétation plus pauvre que la normale, peu de plantes et d'arbres ou démontrant une croissance sous développée.
- En relation à une culture en croissance, des hauteurs variables sont souvent observées le long des champs en association avec des variations dans les rendements lors de la récolte.
- Des symptômes de manque d'eau peu après une averse de pluie ou l'irrigation.

Les propriétés du sol

- Horizon extérieur dur souvent observe dans les sols avec une surface de sol loam sableux.
- Une croûte à la surface.
- Une sensation de savon lorsque le sol est mouillé et sa texture évalué.
- $pH > 8.5$.
- Une faible pénétration des eaux de pluie ou d'irrigation dans le sol en raison de la croûte à la surface.
- De l'eau brouillée dans des trous d'eau peuvent se former à la surface.
- Les racines sont peu profondes.

Autres indicateurs

Au moins un des changements suivants peut être observé dans les populations de plantes sensibles au sel: diminution du taux de germination, taux de croissance lent, cycle de croissance incomplet (ex. les plantes ne fleurissent pas), l'abondance diminue, mauvaise santé (signes apparents tels que le jaunissement et le rabougrissement des cultures ou des espèces fourragères), une plus grande susceptibilité aux maladies et une diminution de la viabilité des semis.

Limitations de l'évaluation de la salinité sur le terrain

Si l'évaluation est effectuée lors des années où les pluies sont inférieures à la moyenne, il se peut que la germination des plantes et leur croissance soient faibles. L'utilisation des plantes comme des indicateurs de la salinité peut être restreint.

Inversement, lors des années où les pluies sont au-dessus de la moyenne, l'étendue de la salinité peut être sous-estimée en raison de l'effet du lessivage.

Dans les deux cas, il est préférable de reporter l'évaluation jusqu'à ce que les conditions climatiques soient favorables.

Les taux des échelles de la salinité

La salinité du sol peut être décrite précisément en utilisant la conductivité électrique (EC), qui est l'indicateur de la quantité totale de sels solubles dans les sols. Cela peut être obtenu en mesurant la conductivité électrique de l'extrait (ECe) dans le laboratoire. Les méthodes standards sont documentées dans plusieurs livres et manuels (ex. FAO 1999).

Les effets de la salinité du sol sont aussi affectés en quelques sortes par la texture du sol, le contenu en matière organique, l'humidité du sol et les variétés des cultures, etc. Dans ce sens, l'interprétation de la valeur de EC n'est pas universelle et précise. Les Tableaux suivants fournissent un guide pouvant aider à classer l'échelle de salinité basée sur des observations de terrain.

Tableau A6.1 L'échelle des classes de la salinité

Niveau de salinité	Indicateurs visuels	Echelle ECe:
S0 (Pas salin)	Aucune plante ne semble affectée par la salinité et une grande variété de plantes est présente.	< 2 dS/m
S1 (Légèrement salin)	<ul style="list-style-type: none"> • Les espèces tolérantes au sel telles que l'orge sont souvent abondantes. • Les plantes sensibles au sel démontrent habituellement une réduction en nombre et dans leur vigueur, et les légumes sensibles au sel (ex. le trèfle, les fèves de soya, les pois chiches, etc.) sont particulièrement affectés. • A l'extrémité de l'échelle, les herbes et les arbustes peuvent être plus nombreux dans la communauté de plantes. • Il n'y a pas de zone saline et aucune tâche de sel/cristaux sont présentes sur le sol nu. 	2 - 4 dS/m
S2 (Modérément salin)	<ul style="list-style-type: none"> • Les espèces tolérantes au sel commencent à dominer la communauté végétale et toutes les plantes sensibles au sel sont fortement affectées par les niveaux de salinité du sol. • A l'extrémité de l'échelle, les espèces légèrement tolérantes au sel sont remplacées par les espèces ayant une plus grande tolérance. Les légumes sont quasi absents et la communauté végétale est dominée par les herbes, les arbustes et les mauvaises herbes. • Des aires de maximum 1 m² peuvent être présentes et des tâches de sels/cristaux peuvent parfois être visibles sur le sol nu à l'extrémité de l'échelle. 	4 – 8 dS/m
S3 (Hautement salin)	<ul style="list-style-type: none"> • Les espèces tolérantes au sel telles que l'orge de mer (<i>Hordeum marinum</i>) et la corne de cerf (<i>Plantago coronopus</i>) peuvent dominer de larges aires et uniquement les plantes tolérantes au sel ne sont pas affectées. • Dans les aires ayant une faible pluviométrie, il est peu probable que des espèces améliorées soient présentes et les arbres peuvent démontrer certains effets c.à.d. de dépérissement terminal. • De larges zones de sol nu et salin peuvent souvent être présentes démontrant des tâches de sels ou des cristaux, ou la surface du sol peut être gonflée incluant quelques plantes survivant sur de petits piédestaux et l'horizon B peut être exposé à certains endroits. • Dans les aires où la pluviométrie est modérée à élevée, des zones de sol nu peuvent être minimales mais la végétation est dominée par une ou deux espèces très tolérantes au sel (ex. Puccinellia, Spurrey, Gahnia). • Dans les régions où la pluviométrie est élevée, où les sols peuvent être engorgés ou inondés pour 	8 – 16 dS/m

	des périodes considérables de temps, quelques espèces de plantes démontrent des tolérances au sel et à l'engorgement. Dans les aires sèches, les plantes généralement tolérantes au sel n'ont pas une très grande tolérance à l'engorgement.	
	<ul style="list-style-type: none"> • A l'extrémité de l'échelle, les plantes halophytes peuvent dominer la communauté de plantes et quelques espèces peuvent démontrer un rougissement des feuilles. 	
S4 (Extrêmement salin)	<ul style="list-style-type: none"> • Uniquement les plantes très tolérantes au sel survivent et la communauté est dominée par 2-3 espèces. Les espèces modérément et hautement tolérantes au sel peuvent démontrer un rougissement des feuilles et à l'extrémité de l'échelle même les plantes hautement tolérantes au sel peuvent être dispersées et dans de mauvaises conditions. • Les arbres seront morts ou entrain de mourir. • Les aires de sol nu et salin sont largement étendues et/ou il y a des évidences de cristaux.). La surface du sol peut être gonflée avec quelques plantes survivant sur de petits piédestaux et l'horizon B peut être exposé à certains endroits. 	> 16 dS/m
Source: <i>Victorian Resources Online</i>		

Tableau A6.2 Les échelles de la tolérance à la salinité de certaines cultures (USDA)

Groupe de plantes	Tolérance élevée au sel	Tolérance moyenne au sel	Faible tolérance au sel
Cultures végétales	<i>ECe = 12-10</i> Betteraves; Chou vert; Asperges;	<i>ECe = 10-4</i> Tomate; Brocoli; Choux; Poivron; Choux fleur; Laitue; Mais; Patates; Carotte; Oignon; Pois; Courgette; Concombre;	<i>ECe = 4 -3</i> Radis; Céleri; Fèves vertes;
Cultures fourragères	<i>ECe = 18-12</i> Zacaton alcali; Spartina; Herbe alcali de Nuttall; Cynodon; Herbe de Rhodes; Seigle bâtard; Seigle sauvage du Canada; Blé de l'ouest; Orge (fougère); Trèfle (<i>Lotus corniculatus</i>);	<i>ECe = 12 -4</i> Mélilot blanc; Mélilot jaune; <i>Lolium perenne</i> ; Brome de montagne; Trèfle fraise; Herbe Dallis; Sudangrass; Trèfle Huban; Luzerne; Fétuque élevée; Seigle (fougère); Blé (fougère); Avoine (fougère); Dactyle; <i>Bouteloua gracilis</i> ; Fétuque des prés; Phalaride; Grand trèfle; Brome lisse; Avoine fourrage; Vesce; Trèfle aigre;	
Cultures de champs	<i>ECe = 16 -10</i> Orge (grain); Betterave sucrée; Navette;	<i>ECe = 10 -4</i> Seigle (grain); Blé (grain); Avoine (grain) ; Riz ; Sorgho (grain) ; Canne à sucre; Mais (field); Fleur de tournesol; <i>Ricinus communis</i> ;	<i>ECe = 4 -3</i> Fèves de champs Lin
Les plantes sont énumérées à l'intérieur de groupes dans l'ordre d'une tolérance au sel décroissante. Les valeurs <i>ECe</i> (dS/m) correspondent à 50% moins de rendement.			

Van Lynden et al, 2004.

Références

Allan, M.J. 1996, Method for Assessing Dryland Salinity in Victoria, Department of Natural Resources and Environment, Victoria.

FAO, 2001, Soil Salinity Assessment, Irrigation and Drainage Paper 57. FAO, Rome.

Landon J R(ed), 1991, Booker Tropical Soil Manual, Booker Tate Ltd, UK.

Van Lynden et al, 2004, Guideline principles for the quantitative assessment of soil degradation, FAO, Rome.

Victorian Resources Online : Salinity Class Ranges.

http://www.dpi.vic.gov.au/dpi/vro/vrosite.nsf/pages/water_spotting_soil_salting_class_ranges#s0

Annexe 7. La ligne du temps- l'évolution des rendements

Le rendement des cultures est un des indicateurs le plus couramment utilisé par les fermiers pour évaluer les changements dans la fertilité du sol. Le changement dans le rendement d'une culture peut être causé par plusieurs facteurs: conditions climatiques extrêmes, parasites/maladies, déclin dans la fertilité du sol, etc. Toutefois, contrairement aux effets des conditions climatiques extrêmes et des parasites/maladies, l'effet de la fertilité du sol sur le rendement d'une culture est habituellement plus graduel. Reconstruire une ligne du temps des rendements peut aider à identifier les causes des changements dans les rendements et l'étendu de l'impact du changement.

Une ligne du temps des rendements d'une culture peut être construite en suivant les étapes suivantes:

- Trouver les personnes bien informées des conditions de la communauté présentes et passées et disponibles à partager leur connaissance. Il est important d'inclure les aînés de la communauté car l'information reliée au passé doit être connue et partagée.
- Expliquer l'objectif de l'exercice é tous les participants.
- Discuter à partir de quelle période dans le passé les participants aimeraient discuter de ces aspects. Dessiner une ligne du temps de certains événements en particulier, ex. une sécheresse, une attaque importante de parasites ou une maladie, des pratiques de conservation/gestion, changement dans la variété, etc. La ligne du temps des événements particuliers aide souvent à expliquer le changement dans le rendement d'une culture dans le temps.
- En faisant référence à une carte des ressources du village, identifier les différentes unités de terre basées sur le gradient de la pente, les différents niveaux de gestion ou les différentes périodes dans l'histoire d'une culture, et ensuite décider quel emplacement sera discuté. Il est plus utile de se concentrer sur la culture principale ou une qui a été cultivée sur une longue période de temps dans la communauté et pour laquelle les rendements peuvent être facilement mesurés.
- Les participants peuvent donc écrire les rendements des cultures pour 1950, 1960, ..., 2000 etc. en comparant les rendements entre les différentes années. Il est mieux d'utiliser les unités employées par les fermiers, le nombre de sacs par acre, mais il est utile de convertir ces unités dans des unités standards à la fin de l'exercice (ex. kg/acre). Enregistrer ces informations dans le Tableau A6.1.
- Discuter les lignes du temps sur les rendements avec les participants et essayer d'évaluer les différents facteurs tels que le déclin de la fertilité des sols, la sécheresse, les maladies en lien aux fluctuations dans le rendement des cultures. Les sujets de discussion à couvrir sont:
 - Si on reçoit de bonnes pluies cette année, peut-on avoir un rendement aussi élevé qu'il y a 20 ans sans utiliser de fertilisants?
(Si non)
 - Quels sont les intrants nécessaires pour atteindre un rendement aussi bon qu'il y a 20 ans?
 - Si les rendements ont augmentés dans les 20 dernières années, quelles en sont les raisons principales?

- Quel est le rendement le plus élevé pour cette culture dans cette région?

Tableau A7.1 Feuille d'analyse des rendements dans le temps

Temps (année)	Rendement	Événements

Annexe 8. Des informations supplémentaires sur les symptômes généraux et spécifiques à certaines cultures de la déficience en nutriments

Tableau A8.1: Les toxicités et les déficiences en nutriments – Les symptômes généraux et les circonstances

<i>Nutriments essentiels</i>	<i>Symptômes de la déficience ou de la toxicité</i>	<i>Conditions typiques</i>
Nitrogène (N)	Les feuilles (les plus vieilles en premier) deviennent jaunes/brunes, les plantes sont rachis, manque de vigueur et peuvent être naines.	Les sols sablonneux sous des conditions élevées de pluie et des sols faibles en matière organique, ou le lessivage se produit.
Phosphore (P)	Pas facilement détectés avec les apparences. Ou la déficience est sévère, la plante sera rabougrie, les feuilles vont prendre une couleur mauve et la tige sera de couleur rouge.	Les sols acides riches en oxydes de fer et d'aluminium (c.à.d. les sols tropicaux rouges).
Potassium (K)	Des taches jaune/brun apparaissent sur les vieilles feuilles et/ou la nécrose des bordures.	Plus fréquent sur des sols légers (K et concentré sur les fractions d'argile des sols).
Sulfure (S)	Les feuilles sont rabougries, avec une chlorose uniforme.	
Calcium (Ca)	Les racines sont habituellement affectées en premier- la croissance est déséquilibrée et la décomposition de produit. Dans la croissance végétale, la déficience peut démontrée des feuilles tordues, une brûlure brune ou des taches sur le feuillage ou un fruit amer (ex. Pomme) ou la décomposition des fleurs (ex. Tomate).	Les sols acides, ou alkali ou les sols salins contiennent des proportions élevées de sodium.
Magnésium (Mg)	Chlorose entre les veines, en premier sur les vieilles feuilles.	Les sols acides et sablonneux dans les aires avec des pluies modérées a élevées. Cela survient habituellement en conjonction avec la déficience en Ca.
Fer (Fe)	Chlorose des jeunes feuilles	Les sols calcaires, faiblement drainés et avec un pH élevé. (Dans les sols neutres et alcalins P peut prévenir l'absorption du fer).
Manganèse (Mn)	Chlorose des jeunes feuilles	Les sols pauvrement drainés, ou le sur labourage des sols calcaires peuvent causes une déficience de Mn, tout comme la présence élevée de Mg. La combinaison des valeurs élevées de pH (> 6.5) et les niveaux élevés de matière organique peuvent immobiliser le Mn dans le sol.
Zinc (Zn)	Les symptômes varient avec le type de plante- les jeunes plants de céréales deviennent mauves, quoique les plantes avec des grandes feuilles ont la chlorose entre les veines, une réduction de la taille des feuilles, et un feuillage sporadique.	Les sols avec un pH élevé. Le Zn disponible est réduit par l'application de limon ou de phosphores.

Cuivre (Cu)	La chlorose sur le bout des jeunes feuilles et la mort des bourgeons.	Les tourbières ou les sols acides ou sablonneux lessivés.
Boron (B)	Dans les cultures, autres que les céréales, les bourgeons sur la tige principale meurent et les bourgeons latéraux ne se développent pas.	Les sols sablonneux, les conditions sèches et le chaulage peuvent causer une déficience de B.
Molybdène (Mo)	Brûlure marginales des feuilles. Flétrissement est commun pour les graines de crucifère.	Les sols acides ou les sols avec un pH élevé. Une déficience en Mo peut causer une déficience de N car les nitrates requièrent un apport adéquat de Mo pour leur métabolisme. La disponibilité de Mo peut inhiber l'apport de Cu.
Chlorite (Cl)	Flétrissement des feuilles.	Les sols sablonneux bien drainés.
Toxicité du Sulfure		L'accumulation de sulfates en raison de l'irrigation.
Toxicité du Manganèse	Taches brunes et la chlorophylle est inégale dans les vieilles feuilles.	Les sols avec un pH < 5.0 (pour les espèces susceptibles)
Toxicité du Cuivre	Chlorose des feuilles et une croissance restreinte des racines.	Sols avec un pH bas
Toxicité du Boron	Nécrose progressive des feuilles, commençant par les pointes et/ou les marges.	Sols avec un pH bas
Toxicité de l'Aluminium	Les plantes meurent peu après la croissance.	Les sols avec acides et minéraux, aggravés par le faible état de P.
Toxicité de la Chlorite	Brûlure des pointes des feuilles, bronzage et jaunissement prématuré des feuilles.	Associé avec l'irrigation utilisant de l'eau contenant du chlore.

Identification des déficiences en nutriments:

L'observation des anomalies dans les plantes est une tâche compliquée. Les déficiences en nutriments peuvent être manifestées de différentes façons dépendamment de la culture. Par exemple, les indicateurs visuels des déficiences en nutriments pour plusieurs cultures tropicales sont mentionnés dans la Tableau suivant.

Tableau A8.2. Exemples de déficiences pour plusieurs cultures tropicales

	<i>Mais</i>	<i>Fèves</i>	<i>Choux</i>
Général	Besoin élevé de N et sensible à un apport bas en phosphate. Relativement sensible au manque d'eau.	Tolérantes à une grande variété de conditions, mais rendant seulement si N élevé.	Demandant de N, P et K. Modérément sensible au manque d'eau.
Nitrogène	Vigueur réduite; feuilles de couleur vert pâle ou jaune.	Les plantes sont petites, les feuilles sont vertes pâles et les vieilles feuilles tournent jaunes. Peu de fleurs sont produites.	Les jeunes feuilles sont vertes pâles, les vieilles feuilles sont oranges, rouges ou mauves. Une sévère déficience rend les cultures inutilisables.
Phosphore	Croissance ralentit, maturation retardée et les feuilles sont mauves spécialement au début de la croissance.	Les tiges sont naines et minces, les feuilles manquent de lustre. Une effeuillage prématurée se produit commençant à la base de la pousse.	Les feuilles sont vertes avec les marges mauves, ensuite les marges meurent.
Potassium	Petites taches jaunes sur	Chlorose des feuilles, avec	Les feuilles sont verdâtres.

	les feuilles. Un pauvre système de racines, les plantes sont faibles et elles peuvent être abattues par terre facilement.	des aires nécrotiques brunes aux marges entre les veines.	Les marges des feuilles montrent ne insolation et les pointes des feuilles plus veilles peuvent mourir.
Sulfure	Similaire à la déficience en N. Les plantes sont plus petites et rachis. Les jeunes feuilles sont de couleur beige pâle.	Croissance retardée, les feuilles jaunes. Floraison et développement de fèves retardés. Réduction de la nodulation sur les racines.	Les plantes sont plus petites, et les feuilles jaunissent.
Calcium	Pauvre germination et croissance retardée.	La croissance est ralenti et les bourgeons peuvent mourir. Dans les cas sévères les plantes deviennent noires et meurent.	Les feuilles roulent aux marges, nécrose des contours, et la mort du point de croissance.
Magnésium	Des bandes jaunes entre les veines des feuilles, suivies de la nécrose.	Les veilles feuilles démontrent des marbrures rouges-brunes entre les veines.	Chlorose entre les veines et le ridement des veilles feuilles.
Fer	Rangées alternées de feuilles blanches et vertes.	Au premier stage, la couleur des feuille est pâle; au dernier stage, la couleur des feuilles est jaunes similaire au cas de la déficience en N.	Des traînées sur les feuilles. Les veines sont inaffectées au début, mais de larges veines peuvent éventuellement devenir jaunes.
Manganèse	Des bandes jaunes et vertes le long de la feuille.	Chlorose, initialement des jeunes feuilles, suivie de taches nécrotiques dans les aires entre les veines. Les feuilles tombent et les plantes meurent éventuellement.	Les feuilles sont plus petites et montrent des marbrures jaunes entre les veines.
Zinc	Pauvre chlorophylle dans les feuilles.	Les feuilles et les bourgeons des fleurs sont moisiss.	
Cuivre	Les feuilles deviennent chlorotiques et les pointes ridées.		Les feuilles sont chlorotiques, les têtes ne se forment pas, et la croissance est retardée.
Boron	Les nouvelles feuilles montrent des bandes transparentes. Les pointes croissantes meurent et les épis peuvent ne pas se développer.	Les feuilles deviennent jaunes et ensuite brunes. Aucune fleur ou bourgeon n'est produit.	Les feuilles sont tordues, friables, et tachetées le long des marges et préfanées.
Molybdène	Pas commun par soi-même, mais les indicateurs incluent des insolutions sur les feuilles.	Les feuilles sont petites, de couleur pâle et avec des marbrures à intervalles se développant dans des aires brûlées brunes.	Les veilles feuilles deviennent tachetées et brûlées. Les marges sont irrégulières et la formation du cœur est pauvre.
Chlorine	Les plantes sont courtes avec des racines courtes peu développées.	Cl est essentiel pour la fixation symbiotique de N dans les légumes. Aucune nodulation et croissance retardée.	Les racines sont rabougries avec un embranchement excessif et un croissance du top préfané.
Toxicité du cuivre	Croissance réduit, la chlorose et le développement retardé des racines.		

Annexe 9. Des mesures supplémentaires des ressources en eau

Ces mesures additionnelles peuvent être faites lorsqu'il y a un besoin particulier de produire des données sur les ressources en eau, souvent pour compléter les ensembles de données existantes/activités dans le pays ou la région concerné. Des détails limités sur ces méthodes sont fournis ici. Dans la majorité des cas, la stratégie de l'échantillonnage, le traitement de l'échantillon, la nécessité de répéter les mesures et le monitoring doivent être bien définis en premier lieu.

Des mesures additionnelles de la qualité de l'eau:

Largeur du point d'eau

Estimer la largeur du point d'eau en mètres. Cela peut être mesuré avec un ruban à mesurer ou un "rangefinder". Dans le cas de lacs, étangs, et réservoirs, une moyenne entre les parties plus larges et plus étroites devrait être faite.

La profondeur du point d'eau

Estimer la profondeur du point d'eau en mètres. Cela peut être mesuré en utilisant un bâton, un pôle ou une chaîne avec un poids attaché au bout. Une mesure manuelle se fait pour les profondeurs maximales de 6 mètres, donc si plus profond, écrire > 6 m.

Flux de l'eau

A estimé des rivières, des ruisseaux et des sources (pas des étangs, barrages ou lacs), en litres/minute (L/min). Cela est estimé en prenant le temps (T) requis pour un bâton de bois de se déplacer d'une certaine distance (L) (ex. 20 m) à la surface de l'eau. Pour un canal en forme de U, le flux de l'eau = (la moyenne de la largeur x la moyenne de la profondeur x L)/T. Pour un canal en forme de V, le flux de l'eau = (la moyenne de la largeur/2 x la profondeur x L)/2.

Les mesures de la qualité de l'eau :

Les caractéristiques chimiques et des nutriments

Il y a une variété de variables pour analyser la qualité de l'eau, incluant la température, la conductivité électrique (une mesure du sel total dissout), le pH (un indicateur de l'acidité ou de l'alcalinité de l'eau), chlorophylle A, phosphore, nitrogène, oxygène dissout, et la transparence de l'eau (le disque de Secchi). Ces paramètres peuvent être mesurés avec des instruments individuels ou avec un instrument incluant plusieurs types de tests. Les changements dans la qualité de l'eau surviennent souvent au cours de longue période de temps, rendant donc difficile de déterminer le rôle de l'activité humaine séparément des processus naturelles, par exemple, l'impact des changements climatiques. L'utilisation de données de long terme sur les ressources en eau peut assister à déterminer les causes et les effets.

Turbidité

L'estimation du degré de transparence ou de l'opacité de l'eau en raison des particules suspendues et des sédiments. Habituellement elle est mesurée en utilisant un test de la turbidité de la colonne d'eau avec le disque de secchi, en mètres.

pH

La valeur du pH de l'eau (mesuré en utilisant un papier pH ou un pH mètre).

BOD

La mesure de la demande biologique d'oxygène (une indication de l'oxygène disponible et donc du degré de contamination. Se mesure en utilisant un test kit BOD.

Sources de contamination

Les sources principales de contamination d'un point d'eau.

Les espèces aquatiques

La présence ou l'absence de certains indicateurs chimiques ou biologiques peut refléter les conditions de l'environnement. Les groupes taxonomiques, les espèces individuelles, les groupes d'espèces ou les communautés entières peuvent être utilisés comme indicateurs. Il est possible d'utiliser la présence/absence de certaines espèces, et dans certains cas l'abondance et les caractéristiques de l'habitat pour évaluer les conditions des écosystèmes aquatiques terrestres.

A9.1 Mesure de la profondeur de la nappe phréatique

L'eau souterraine est une ressource importante dans les zones sèches. Lorsque plus de gens dépendent de l'eau souterraine pour l'irrigation et l'utilisation domestique, certaines nappes phréatiques dans les zones sèches s'abaissent, menaçant leur approvisionnement en eau. Mesurer la profondeur de la nappe phréatique peut aider pour évaluer la taille des ressources d'eau souterraine et surveiller les effets du développement et de la sécheresse. La profondeur de la nappe phréatique peut grandement influencer les variations saisonnières dans les précipitations.

Les plus simples instruments utilisés pour mesurer la profondeur de la nappe phréatique sont les bâtons de mesures. Cette catégorie inclut les bâtons de bois non gradués, des tuyaux de PVC, ou des cordes de métal (avec ou sans graduation), des règles de charpentier, etc. Cette mesure requière une visite au puit sur une base régulière où lorsque les mesures sont désirées. Les bâtons sont simplement mis dans le puit jusqu'à ce que le bout touche la surface de l'eau. Cet instrument est ensuite lu pour prendre la marque du point de mesure à la hauteur de la structure du puit. La profondeur du puit avant de toucher à l'eau est ensuite soustraite de la profondeur totale du puit. La valeur restante est la profondeur de la nappe phréatique sous la surface du sol. Le processus est illustré à la Figure A9.1.

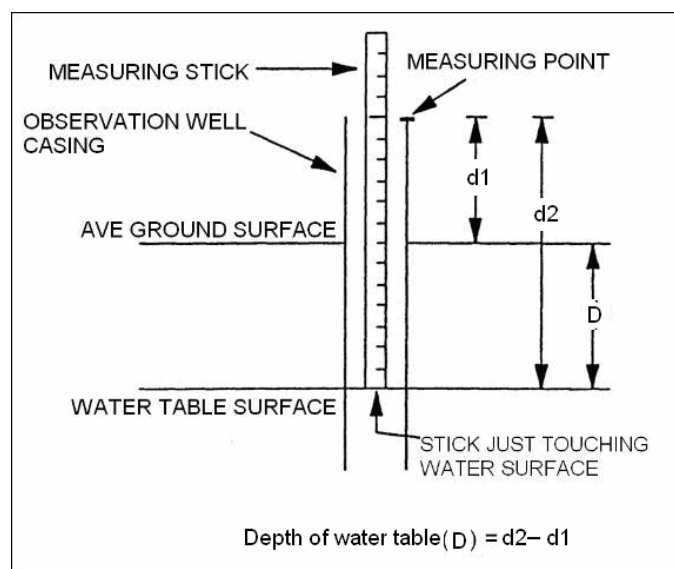


Figure A9.1. Calcul de la profondeur de la nappe phréatique à partir de la surface du sol.

En utilisant des bâtons pour mesurer, il est important d'assurer qu'ils sont le plus vertical possible pour la lecture. Une règle de charpentier, par exemple, se plie lorsque étendue. Additionnement, la nappe phréatique doit être assez peu profonde et le diamètre du puit assez large pour permettre à l'opérateur de voir lorsque le bâton touche l'eau.

Une autre méthode utilise un ruban à mesurer ou un matériel flexible. Un ruban à mesurer de métal standard peut être utilisé mais il est sujet aux mêmes limitations que le bâton rigide. Il est recommandé qu'un ruban de nylon ou de fibre de glace soit utilisé. Une pièce ordinaire de polygline n'est pas recommandée car elle a tendance à s'étirer. Au bout du ruban à mesurer, un petit poids devrait être attaché. Les poids utilisés pour la pêche sont l'idéal. Les poids assureront que le ruban pende verticalement. Le ruban est ensuite introduit dans le puit jusqu'à ce qu'un contact avec l'eau soit fait. Les calculs de la profondeur de la nappe phréatique sont les mêmes que pour la méthode ci haut.

Section basée sur: Izuno F T, Clark G A, Haman D Z , Smajstrla A G and Pitts D J, 2006, Manual Monitoring of Farm Water Tableaus, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

A9.2. Mesurer la turbidité de l'eau

Qu'est ce que c'est?

La turbidité est considérée comme une bonne mesure de la qualité de l'eau, permettant de mesurer le degré à lequel l'eau perd sa transparence en raison de la présence de particules suspendues. Plus il y a de solides suspendus dans l'eau, plus haute est la turbidité.

Il y a plusieurs paramètres influençant la transparence de l'eau, incluant:

- Phytoplancton
- Sédiments de l'érosion
- Sédiments du fond remis en suspension (mélanger fréquemment par ceux qui se nourrissent au fond comme les crabes)
- Les rejets de déchets
- La croissance des algues
- L'écoulement des eaux urbaines

Comment la mesurer?

Le disque de Secchi (Figure 9.2) est une mesure simple, un instrument standard utilisé pour mesurer la transparence de l'eau. C'est un disque de 8 pouces (20 centimètres), blanc et noir, attaché à une corde, un tuyau de PVC ou une chaîne. Des intervalles en centimètres ou en pouces sont marqués sur la corde, tuyau ou chaîne à l'encre permanente ou avec de la peinture. Les mesures avec le disque de Secchi sont souvent plus faciles et rapides en utilisant un tuyau plutôt qu'une corde ou une chaîne, sauf si l'eau est très claire. L'eau très claire peut requérir un tuyau excessivement long.



Figure A9.2 Disque de Secchi

Pour obtenir une mesure, le disque est enfoncé dans l'eau tout en observant la profondeur à laquelle il n'est plus visible. Il est redescendu un peu et ensuite remonté pour bien identifier la profondeur à laquelle il réapparaît. Le disque de Secchi est une mesure de la moyenne de ces deux observations.

La date, la mesure du disque et la source de la turbidité doivent être enregistrées à chaque fois que la transparence de l'eau est mesurée. Les sources causant une haute turbidité sont souvent la présence de sédiments (couleur brune), phytoplancton (couleur plutôt verte), des teintures humides (couleur thé en raison de la décomposition des feuilles ou des plantes) ou une combinaison de celles ci.

Les mesures avec le disque de Secchi sont plus précises lorsque prises lors de journées calmes, ensoleillées (au milieu de la journée) et à partir d'un quai ou d'un bateau.



Figure A9.3 Disque de Secchi au travail

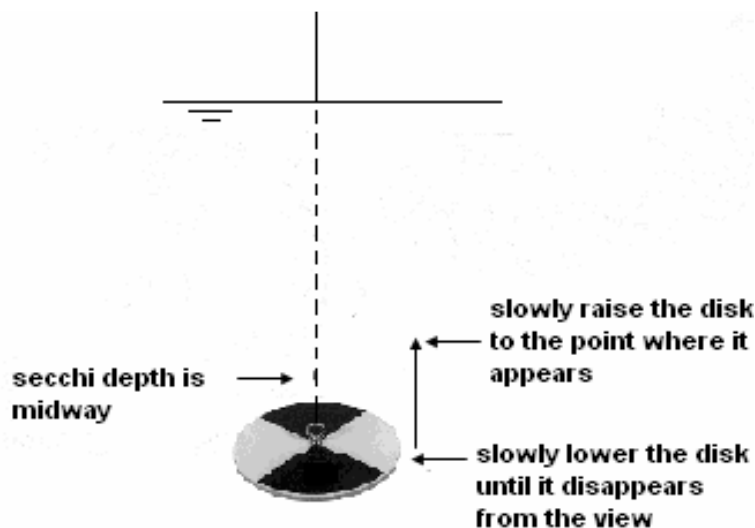


Figure A9.4 Mesurer la turbidité de l'eau avec le disque de Secchi

Assurer la précision

Afin que la mesure prise avec le disque de Secchi soit faite avec la plus grande précision, les conditions suivantes sont nécessaires:

1. La même personne devrait prendre en notes toutes les lectures car la vision varie d'une personne à l'autre.
2. Il est préférable que la mesure soit prise entre 10:00 et 16:00 car les rayons de soleil sont au même angle lors des lectures.
3. Éviter de prendre des mesures lorsque l'eau est agitée.
4. Les mesures avec le disque de Secchi devraient être prises à l'endroit le plus profond. Il peut être identifié par une carte bathymétrique ou en utilisant un calibre pour mesurer la profondeur.

A9.3: Evaluer les impacts environnementaux aux alentours des points d'eau.

(Du rapport "Environmental Impact Assessment of Seven New Water Points in Rural Somaliland" de Janie Rioux, 2008)

La dégradation des terres par la surcharge de bétail et les habitations aux alentours du point d'eau et des forages est un problème prévalent dans les zones sèches causant l'épuisement des pâturages et créant un déséquilibre écologique et aussi des changements dans les moyens d'existence des nomades et agro-pastoralistes. Les projets de développement dans le secteur de l'eau requièrent une évaluation des impacts environnementaux avant la construction des nouveaux points d'eau, ainsi qu'un monitoring attentif et des mesures de contrôle suites à l'ouverture pour mitiger les potentiels impacts négatifs en temps réel.

La contrôle du nombre de bétail est important pour réduire le risque de dégradation par la compaction du sol et le surpâturage. De plus, des limites/restrictions temporaires à l'utilisation des points d'eau par les larges troupeaux peut être valable pour permettre un temps de récupération et restauration de la végétation naturelle, quoique ce type de mesure peut être difficile à renforcer, particulièrement pendant la saison sèche. Les impacts de la compaction et du pâturage diminuent en lien à la distance du point d'eau et sont souvent saisonniers, donc la plupart des impacts

disparaissent lorsque la végétation répond aux pluies. Toutefois, les zones arides ont des pluies variables et des années de pluies minimales (ou de sécheresse), donc les impacts peuvent éventuellement être cumulatifs et devenir permanents. Un gradient de végétation prononcé (c.à.d. des changements systématiques dans la couverture de la végétation en lien à la distance du point d'eau) présent même après la saison des pluies indiquerait des dommages à long terme. Afin d'assurer une gestion durable, une règle de base est de garder une distance d'au moins 20 km entre les forages; pour les points d'eau cela dépend du régime hydrologique et climatique et du contexte socio-économique (population, taille du troupeau, composition des espèces, pratiques de gestion, etc.). Si les forages et les points d'eau sont spatialement trop compactés, une large superficie dégradée se formera éventuellement en connectant les terres intensivement utilisées aux alentours des points d'eau.

Problèmes communs en relation à l'utilisation ou l'ouverture d'un point d'eau/forage:

- Sur utilisation des ressources, surtout de la végétation, aux alentours des points d'eau;
- Les pâturages traditionnellement inutilisés pendant la saison sèche deviennent continuellement broutés par les animaux, prévenant la végétation naturelle de récupérer;
- Diminution de la couverture du sol augmentant l'érosion et la dégradation des sols;
- Des habitations humaines permanentes se créent aux alentours des points d'eau causant l'augmentation des terres cultivées (lorsque possible), l'augmentation de la déforestation pour les matériaux de construction et le bois de chauffage, et une augmentation du nombre de bétail réduisant ainsi la végétation et augmentant la surcharge;
- Risque de clôturer les pâturages sur des terres préalablement communes;
- Changements dans la composition des troupeaux vers un élevage basé sur le bovin.

Les indicateurs les plus communs de la dégradation des terres aux alentours des points d'eau sont le surpâturage et la compaction du sol. Dans la grande majorité des cas, un étendu de sol nu de 40 à 100 m de rayon à partir du forage/point d'eau se forme, mais cela peut s'étendre jusqu'à 1 km dans les aires arides et pour les forages fortement utilisés. La dégradation peut augmenter avec le temps dépendamment des conditions environnementales locales et des utilisations des terres. Un autre indicateur est la composition des espèces des plantes. Par exemple, une abondance élevée d'herbes non graminéennes (forb) dans les pâturages est habituellement un signe de surpâturage même s'il semble y avoir beaucoup de "vert", car les espèces appréciées par le bétail sont absentes ou peu abondantes.

Indicateurs simples de la dégradation des terres aux alentours des points d'eau:

- L'étendue, la sévérité et les processus de dégradation aux alentours des points d'eau;
- Quelles types de gestion des terres/mesures de restauration sont en place pour réduire la dégradation, jusqu'à quel point ils sont appliqués/respectés et leur efficacité;
- % de sol nu et % de couverture de la végétation (par type: arbres, arbustes, forbs, herbes), et leur qualité sur une distance graduelle du point d'eau;
- La diversité du couvert herbacé sur une distance du point d'eau (espèces appréciées vs à vs non appréciées par le bétail); (*Les pasteurs locaux seront*

en mesure de différencier les sortes d'espèces en classes bonnes, moyennes, pauvres, mais l'identification des noms scientifiques peut requérir un expert local des pâturages.)

- La distance du point d'eau/forage le plus près;
- La tendance dans le nombre de bétail utilisant le point d'eau (saisons humide/sèche) et les raisons expliquant les changements; (*Des données précises peuvent ne pas être disponibles mais des nombres indicatifs peuvent être obtenus des pasteurs locaux.*)
- L'existence et l'application des règles et lois locales incluant les coutumes claniques, les règlements et la législation nationale.

Une analyse préliminaire basée sur les images satellites et les informations secondaires

Dans l'aire d'évaluation locale sélectionnée, il est recommandé (si possible) d'effectuer une classification préliminaire de la végétation basée sur les séries moyennes des données de NDVI (SPOT-VGT 1 Km) afin de fournir une compréhension préliminaire de la couverture moyenne de la végétation dans la zone d'étude. Les informations sur la géologie, les types de sols et les utilisations des terres sont requises pour évaluer le risque d'épuisement des nappes phréatiques et de leur contamination. Dans les aires pastorales et agro-pastorales, la densité du bétail peut être significative et les nitrates peuvent être une source de pollution, surtout pour les puits peu profonds et les barrages superficielles. Dans le cas des forages, le risque de pollution des nappes phréatiques est peu probable en raison de la structure cimentée (+/- 6 m) et leur profondeur- ils peuvent être profonds plus de 100 m, donc le sol est en mesure de filtrer la matière organique. De l'autre côté, la recharge des nappes phréatiques dépend d'un bassin plus grand, donc la capacité de la recharge peut être à risque si l'eau est pompée à capacité maximum et si trop de forages sont reliés au même bassin de recharge.

Méthode d'enquête sur le terrain

La méthode est basée sur une évaluation quantitative du couvert de la végétation le long d'un gradient de 1 km à partir du point d'eau et sur une évaluation qualitative des indicateurs de la dégradation des terres et du contrôle de la dégradation des terres sélectionnés sur une aire de 4 km² autour du point d'eau. Pour compléter l'évaluation, des groupes de discussions sur les moyens d'existence et les utilisations des ressources devraient être effectués dans les communautés pastorales/agro-pastorales vivants près ou utilisant le point d'eau.

1- Les indicateurs de la dégradation des terres et du contrôle de la dégradation des terres et les transects de la végétation

A chaque site, identifier: les utilisations des terres, les indicateurs de la dégradation du sol et les mesures de conservations des eaux et du sol dans une aire de 4 km² autour le point d'eau sélectionné.

Pour déterminer le couvert de la végétation dans l'aire autour du point d'eau, effectuer 4 transects de 1 km de long dans les directions géographiques Nord, Est, Sud, Ouest. Enregistrer les types de végétation pour les premiers 40 m de chaque 100 m. Utiliser une corde de 40 m marquée à intervalle de 1 mètre pour évaluer le couvert du sol et de la végétation le long du transect afin de quantifier l'abondance de chaque type de végétation et déterminer les changements de végétation le long d'un gradient de 1 km. Utiliser des classes de végétation et de couvert du sol

simples : herbes (dispersées et abondantes), forb, arbuste, arbre, sol nu, roche, ravin, champ cultivé, et des combinaisons telles que arbustes/sol nu si appropriées.

2- Groupes de discussions avec les utilisateurs des ressources

Pour mieux comprendre les moyens d'existence des nomades et des agro-pastoralistes, les utilisations des ressources et les besoins en eau, il est important d'effectuer des groupes de discussions avec les aînés du village et/ou les nomades (hommes et femmes) utilisant le point d'eau. Les sujets principaux des groupes de discussion portent sur : l'histoire de la zone de peuplement, les utilisations et les besoins en l'eau, les sécheresses et les mécanismes et stratégies pour y faire face, les mouvements saisonniers des nomades (et agro-pastoralistes), les utilisations des ressources et la perception locale de la dégradation environnementale, les mesures de conservation des eaux et du sol, les conflits en relation à l'eau et à la terre, et les impacts présents/futurs du point d'eau. Les discussions peuvent être effectuées avec 3 communautés aux alentours du point d'eau et avec 5 à 10 aînés (une discussion avec les femmes seulement peut être organisée si cela est jugé plus approprié). Avant d'effectuer la discussion, l'équipe devrait revoir les enjeux/types de questions avec le vulgarisateur local afin de s'assurer que les questions font du sens dans le contexte et le langage local. Le vulgarisateur traduit ensuite les questions et les réponses. La discussion ne devrait pas dépasser 1 heure et devrait inclure une brève introduction sur l'objectif du travail dans la zone.

Exemples de tableaux simples pour entrer les données:

Table A9.1 Indicateurs de la dégradation des terres

Indicateurs de la dégradation des terres (4 km²)	Aucun 0-20%	Rare 20-40%	Modéré 40-60%	Sévère 60-80%	Extrême 80-100%
Compaction/durcissement du sol					
Ravin d'érosion					
Surface pierreuse					
Surpâturage					
Sur broutage					
Coupe de bois					

Table A9.2 Mesures de conservation des eaux et du sol

Mesures de CES	Non observé	Quelques	Abondantes
Réservoir/barrage			
Réservoir à la maison (sac de plastique dans le sol, ou récolte sur le toit)			
Bandes de sol			
Autre			

Table A9.3 Moyenne de la couverture de la végétation le long de 4 transects de 1 km dans les direction Nord, Sud, Est, Ouest.

Types de couverture des terres

%Couverture	Herbes dispersées et rares	Herbes abondantes	Forb	Arbuste	Arbre	Arbustes/ Sol nu	Sol nu	Champ
0-40m								
100-140m								
200-240m								
300-340m								
400-440m								
500-540m								
600-640m								
700-740m								
800-840m								
900-940m								
Moyenne								

Table 9.4 Matrice de risques (dans le cas de l'évaluation d'un nouveau point d'eau à construire)

Type de risque	Site A			Site B		
	Impact direct or indirect D/I:	Impact à court ou long termes S/L	Risque * Faible ** Modéré, *** Elevé **** Sévère	Impact direct or indirect D/I:	Impact à court ou long termes S/L	Risque * Faible ** Modéré, *** Elevé **** Sévère
Urbanisation						
Surpâturage						
Sur broutage						
Erosion						
Changement dans l'utilisation des terres						
Déclin de la nappe phréatique						
Conflit						
Autre.....						

Annexe 10 Interpréter les mesures de terrain de la perte de sol

(Cette section dérive largement de Stocking, 2002)

Combiner l'information des indicateurs de la perte de sol

Les indicateurs de perte de sol sélectionnés par LADA-L fournissent généralement des informations en termes de tonnes de sol perdu par unité d'aire. Les échelles spatiales et/ou temporelles sont différentes pour les différentes mesures, et ceci doit être pris en considération lors de l'assemblage des informations (voir Tableau A10.1). Il n'est pas toujours possible de combiner les données sous différentes formes de gestion. Toutes les informations de la même parcelle de terre et pour les parcelles qui doivent être comparées entre elles devraient être récoltées ensemble et analysées pour détecter les tendances, les accords et les anomalies, etc. Lorsque 2 ou 3 mesures se valident entre elles, alors on peut avoir confiance dans la précision des informations et données récoltées. L'information fournira une image plus claire de la perte de sol et des enjeux de gestion à cet endroit.

Tableau A10.1 Les éléments des indicateurs sélectionnés pour mesurer la perte de sol.

Indicateur	Éléments
Rigole	Formée dans une courte période, de 1 ou 2 orages. Mais peut souvent être masquée par le labour et les pratiques de gestion. Le temps d'observation est important. Peut être un indicateur très sensible de la perte de sol sur une courte période de temps.
Monticule d'arbre	Formé sur une longue période de temps. Bon indicateur de la perte de sol dans le long terme.
Couche d'armure	Peut être formée dans une courte période, un orage ou deux. Un autre indicateur sensible de la perte de sol depuis la dernière culture.
Taux d'enrichissement	Bon indicateur du retrait sélectif des particules de sol par érosion. Peut être un indicateur de court ou long terme.

Le taux de la perte de sol et l'impact sur la productivité

De la perspective de l'utilisateur des terres, l'impact le plus important de la perte de sol est le rendement des cultures, ou l'érosion causant la perte de la productivité du sol.

L'impact de la perte de sol sur la productivité peut être évalué de trois manières: la perte de sol cumulative dans le temps, le changement dans le rendement avec la perte en sol cumulative, et le changement dans le rendement dans le temps.

Érosion-temps

La figure A10.1 démontre une relation typique de l'érosion et du temps pour différentes utilisations des terres. Il peut être vu clairement de quelles manières les courbes extrêmes (pour le sol nu et le maïs planté tôt) progressivement divergent dans le temps. Pour l'analyste de terrain cela est utile, car cela démontre combien de sol est sauvegardé dans le temps par le maïs fournissant la meilleure couverture. En effet, le taux de divergence augmente progressivement lorsque le sol nu devient de plus en plus dégradé. Cela est un phénomène commun pour la plupart des sols; des conditions dégradées entraînent une plus grande dégradation, et les utilisations des terres incluant des mesures de conservation sont plus résistantes car les niveaux de la matière organique augmentent.

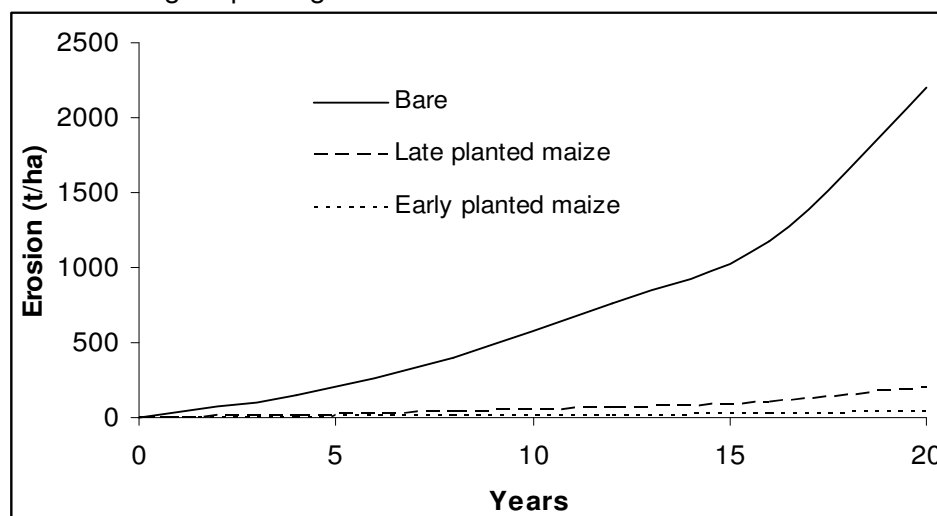


Figure A10.1: Érosion cumulative sous différentes utilisations des terres

Érosion-rendement

La figure A10.2 démontre de quelles manières les rendements diminuent avec la perte cumulative de sol— le type de sol perdu pouvant s'accumuler sur les années dépend du taux de la dégradation du sol. Les sols moins résistants, les Phaeozem, ont les déclin de rendement les plus abruptes. Cela veut dire que par unité de perte de sol, l'impact le plus important de l'érosion est sur ce sol relativement productif. D'un autre cote, un Phaeozem n'est pas particulièrement sensible- il n'érode pas facilement. Il convient donc à l'utilisateur des terres de mettre des efforts pour prévenir l'érosion sur ce type de sol, ca ainsi les rendements maximum peuvent être sauvegardés. L'opposé est vraie pour les Ferralsols – ils érodent facilement (ils sont sensibles), mais par unité de perte de sol, cela a un impact modeste (ils sont résistants). Pour l'utilisateur des terres, cela veut dire qu'il ne vaut pas la peine de se préoccuper de la dégradation pour ce sol, car les impacts deviennent substantiels sur les rendements seulement lorsque l'érosion est sévère.

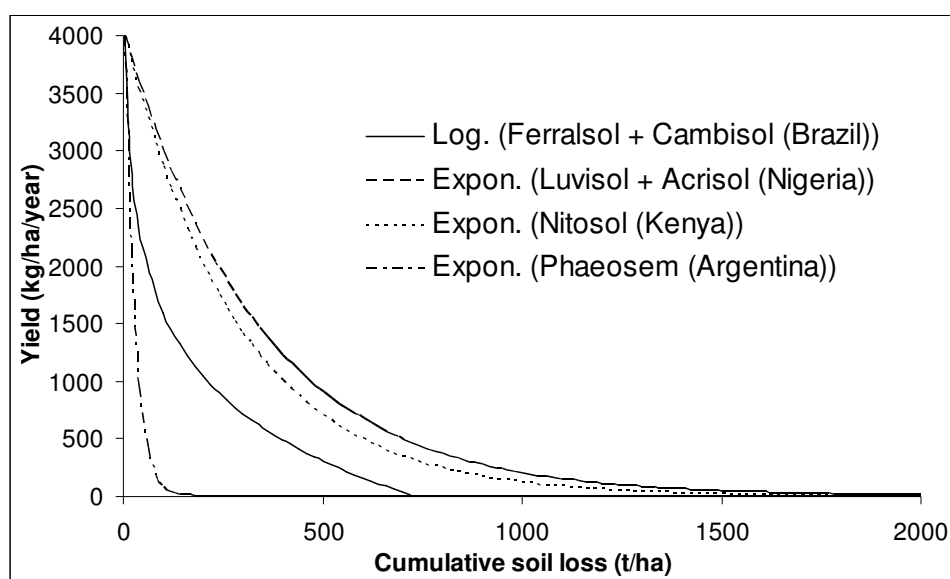


Figure A10.2: Les relations entre l'érosion-productivité pour différents types de sol

Rendements-Temps

La Figure A10.3 démontre pour un Luvisol que les différents standards de gestion, évalués par leur degré de couverture végétale, affectent les scénarios rendement-temps. Il peut être observé qu'une bonne gestion (représentée par un bon couvert) peut tenir les rendements continuellement élevés, quoiqu'une pauvre gestion (représentée par des sols nus) cause le déclin des rendements. Les implications pour les utilisateurs des terres peuvent être adressées. En effet, l'aspect du temps est très utile car il se relie directement avec les considérations d'un fermier.

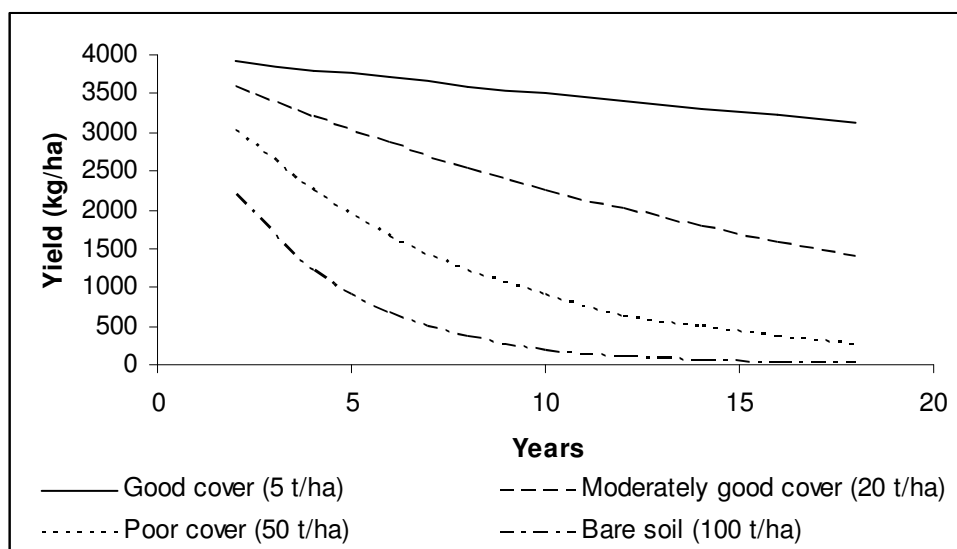


Figure A10.3: Le rendement du maïs décline avec l'érosion pour les Luvisols

Le scénario rendement-temps peut être questionné et la question “pour combien de temps puis-je utiliser ce sol (ou parcelle de terre) avant que les rendements déclinent jusqu’à un niveau où cela ne vaut plus la peine de continuer?”. Le Tableau A10.2 donne des durées de vie à des sols de certains sites en Amérique du sud. Les implications des années utiles du sol sont importantes à savoir pour l'utilisateur des terres. Pour les Ferralsol et Acrisol, cela ne fait pas une grande différence- toutefois, la dégradation peut rendre le sol non rentable après 4 années consécutives. D'un autre côté, un Cambisol et Phaeozem peuvent être utilisés à des niveaux modérés de gestion pour une génération ou plus. Le Nitosol en contraste est absolument durable si la gestion est bonne- sinon, seulement après quelques années, les rendements déclineront jusqu'à ce que son utilisation ne vaille plus la peine.

Tableau A10.2 Les années requises pour différents sols afin de rejoindre leur niveau critique de rendement de 1000 kg/ha/an dans le cas d'une érosion continue.

Niveau de gestion	Ferralsol	Acrisol	Luvisol	Phaeozem	Cambisol	Nitosol
Bon	3	4	93	200	210	950
Modéré	2	3	23	65	42	19
Pauvre	1	2	9	7	23	4
Sol nu	1	1	5	3	9	3

Sources de données utiles

En plus des observations sur le terrain des taux d'érosion, il y a d'autres sources importantes où trouvées des données utiles. La Tableau A10.3 est un guide pour les différents types de sources de données pouvant aider à la compréhension des relations érosion-rendement-temps. Ce type d'information peut être généré lors de groupes de discussions avec la communauté et d'entrevues avec les fermiers.

Tableau A10.3 Sources de données pour les relations érosion-temps-rendement

Source	Type de données
Fermier	Archives des rendements, connaissance de comment les choses ont changé dans le champ et la réponse du fermier à ces changements. Une ligne du temps peut être développée sur les utilisations des terres et les pratiques dans le champ, commençant par l'ouverture des terres.

Sur le terrain	Observations des indicateurs du taux d'érosion pour différentes périodes de temps. Les indicateurs de long terme tels que l'accumulation contre les barrières, les positions antérieures des têtes des ravins ou le développement des monticules d'arbre sont particulièrement utiles. La connaissance du fermier est toujours utile.
Communauté	Observations des changements majeurs et des événements tels que les sécheresses, les famines et les migrations (et autres mouvements de la population). Quoique non directement quantifiable, de telles évidences peuvent vérifier des changements dans les champs.
Archives officielles	La livraison des cultures au marché, l'achat de fertilisants et les inspections de terrain.

La couverture de la végétation et la perte de sol

La couverture de la végétation est un des facteurs les plus importants affectant l'érosion du sol. Une augmentation de la végétation est donc vue comme une stratégie importante et ayant plusieurs objectifs pour la conservation du sol. La végétation protège le sol de l'érosion de deux façons: (i) intercepte les gouttes de pluie et absorbe l'énergie cinétique; et (ii) à travers divers processus interactifs entre la plante et le sol tels que la liaison du sol par les racines de la plante, améliorant l'infiltration et la capacité de l'eau et donc réduit l'écoulement.

L'interception des gouttes de pluie dépend de la couverture de la végétation, mais la relation entre les deux n'est pas linéaire. La figure A12.4 démontre que la relation entre l'érosion et la couverture est une courbe linéaire, et il est clair que l'érosion diffère peu si la couverture est 100 ou 60%.

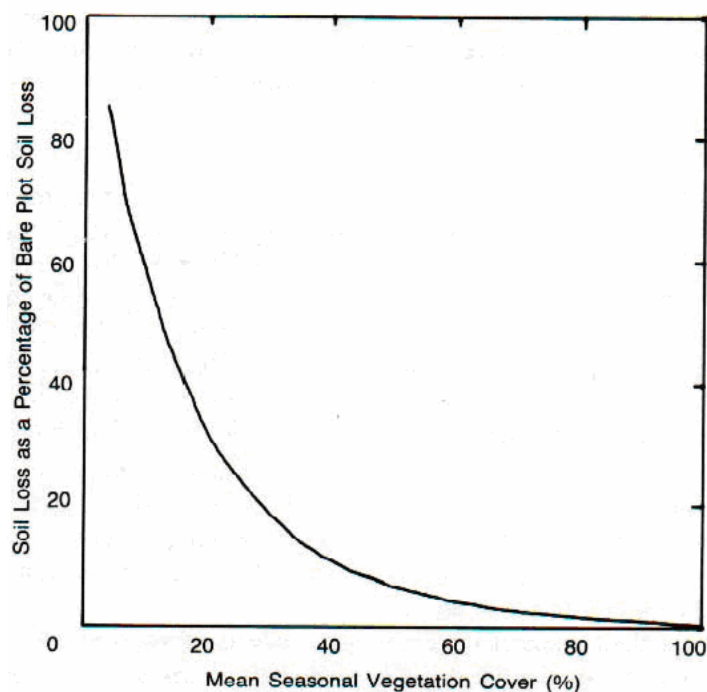


Fig. A10.4 Relation entre l'érosion et la couverture (Stocking, 1994)

L'évaluation de l'érosion éolienne

Les processus de l'érosion éolienne

Au contraire de l'érosion hydraulique, l'érosion éolienne survient lors de la saison sèche et venteuse de l'année. Très souvent, la surface du sol est au plus bas lorsque survient le vent, sauf si des mesures particulières, telles que la couverture par des résidus de culture, sont implémentées.

Le processus de l'érosion éolienne implique trois distincts types de mouvements du sol: boursofflement, saltation et suspension.

- Le boursofflement de la surface ou les particules plus larges de sol (0.5-2.0 mm) sont roulées sur la surface par la force du vent et par l'impact de la saltation.
- La saltation fait référence au mouvement de rebondissement lorsque le vent déloge des particules de sol de taille moyenne (0.1-0.5 mm), les suspend dans l'air pour une petite période de temps et ensuite retombent à la surface. Les particules de sol dans ce processus de saltation causent de sévère dommage à la surface du sol et à la végétation.
- La suspension se produit lorsque de très fines particules de sol sont soulevées dans le vent. Elles peuvent être lancées dans l'air par l'impact d'autres particules ou bien par le vent lui même. Lorsque dans l'atmosphère, ces particules peuvent être transportées sur des distances extrêmement longues.

Les trois types de mouvement des particules de sol peuvent se produire simultanément. Le mouvement par saltation compte pour plus de 50% de l'érosion, 3-40% se produit par suspension et 5-35% par le boursofflement de la surface.

L'érosion par le vent est un processus de retrait très sélectif dans lequel les particules les plus fines/légères sont enlevées de la surface, laissant les particules plus larges (généralement inertes) derrière. L'érosion éolienne enlève la couche de terre arable et réduit le contenu du sol en argile, limon et matière organique. L'érosion éolienne couvre les cultures émergentes de sable, reforme la surface des terres rendant difficile l'utilisation de machineries agricoles, enterre les infrastructures telles que les clôtures et les routes, et enterre de sable les terres adjacentes. Hors site, les impacts de l'érosion éolienne incluent une réduction de la visibilité, la déposition de poussière non voulue et autres contaminants.

Mesure de l'érosion éolienne

La plupart des indicateurs de terrain pour l'érosion hydraulique sont aussi applicables à l'érosion éolienne, tels que la couche d'armure, le monticule d'arbre et l'exposition des racines d'un arbre ou d'une plante. Toutefois, l'érosion éolienne peut être formée par la combinaison des processus d'érosion et de déposition. Le sol autour de l'arbre peut avoir été soufflé mais aussi des particules peuvent avoir été déposées autour de l'arbre en raison de la résistance de l'arbre au vent (le vent laisse tomber des particules lorsqu'il rencontre des résistances). Dans ce sens, la surface originale de sol n'est normalement pas au dessus du monticule de l'arbre tel que montrée à la figure A10.5, donc quoique la procédure de mesure pour l'érosion hydraulique est la même dans le cas des monticules d'arbre, les résultats devraient être interprétés différemment.

L'érosion éolienne sévère cause souvent des tempêtes de sable pouvant être plus visible que le mouvement par saltation des particules de sable et du boursofflement du sol. Les tempêtes de sable sont un bon indicateur de l'érosion éolienne et des informations sur celles ci peuvent être obtenues de la communauté et du bureau de météorologie régionale.

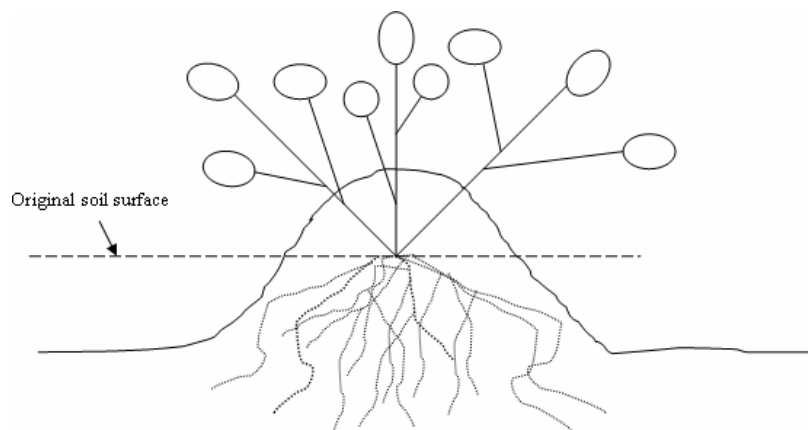


Figure A10.5 Monticule d'arbre formé par l'érosion éolienne

Annexe 11. Economie de l'érosion et de la conservation du sol

(Section adaptée de M Stocking and N Murnaghan, 2001)

L'impact de l'érosion du sol sur la productivité

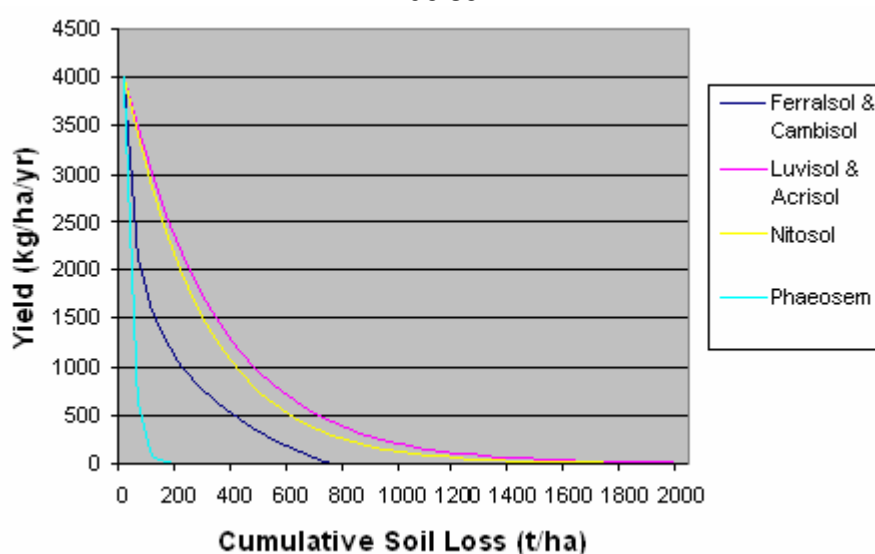
L'érosion du sol a des impacts sur le site et à l'extérieur. L'impact principal sur le site est la réduction de la productivité du sol résultant de la perte des couches de terres arables riches en nutriments, et de la diminution de la capacité de rétention de l'eau de plusieurs sols érodés. Le mouvement des sédiments et des polluants agricoles dans les cours d'eau est l'impact principal extérieur au site résultant de l'érosion du sol.

L'impact de l'érosion sur la productivité est spécifique à chaque site. La même quantité d'érosion du sol peut avoir des impacts différents sur différents sols et pour le même sol, l'impact sur la productivité de la même quantité de sol perdu varie dans le temps (ou le stade de l'érosion). Le rendement d'une culture est souvent utilisé comme un indicateur de la productivité du sol. La Figure A11.1 démontre la manière dont les rendements (productivité) diminuent avec la perte en sol cumulative- le type de perte de sol pouvant s'accumuler sur un nombre d'années dépendamment du taux de la dégradation des terres.

L'impact de l'érosion du sol peut être partiellement caché par plusieurs mesures de gestion du sol, telles que l'utilisation des fertilisants. Une partie de ces intrants est utilisée pour compenser la perte de productivité causée par l'érosion du sol et la perte de nutriments. L'impact de l'érosion du sol sur la productivité peut aussi être évalué en utilisant les intrants compensatoires supplémentaires.

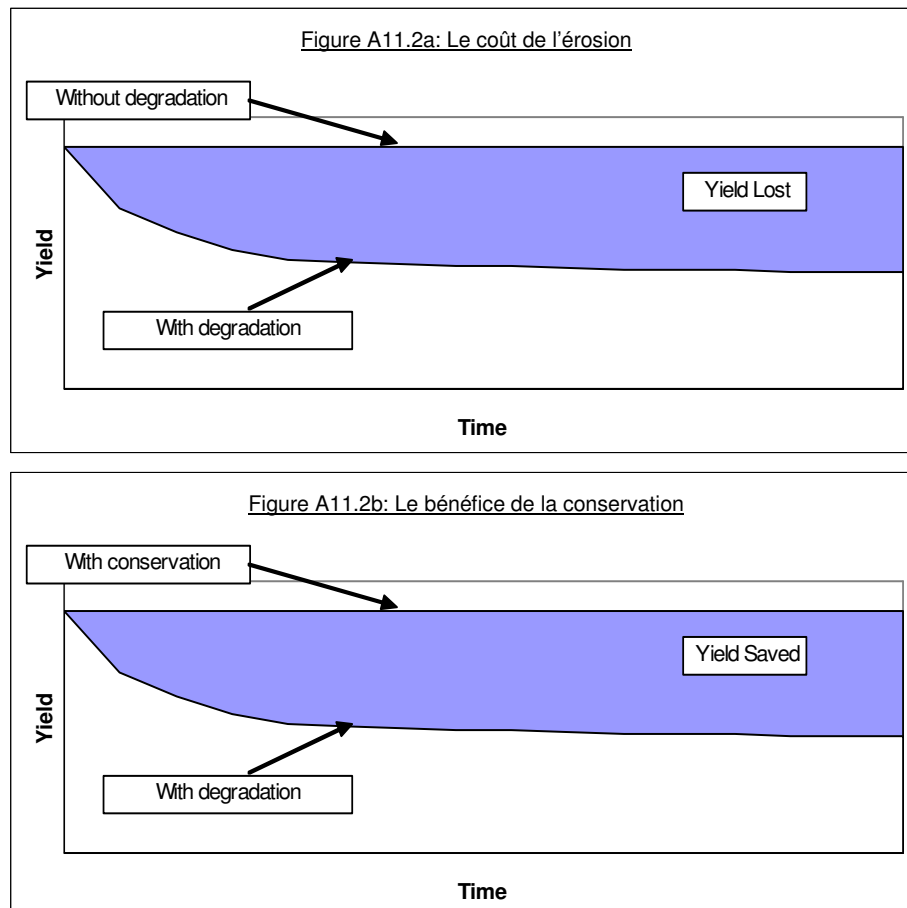
L'impact de l'érosion du sol sur la productivité est souvent mélangé avec d'autres facteurs contribuant aussi aux changements dans le rendement d'une culture, tels que la sécheresse, les attaques des parasites. Une manière fiable d'isoler l'impact de l'érosion des autres impacts est d'examiner les changements de l'érosion du sol et de la productivité du sol sur une longue période de temps.

Figure A11.1 Les relations entre l'érosion et la productivité pour différents types de sol



Les coûts et les bénéfices de l'érosion du sol et de la conservation

L'érosion du sol implique un coût pour les utilisateurs des terres, en termes de déclin du rendement de leur culture ou de l'augmentation de la demande d'intrants afin de maintenir les mêmes rendements. En prévenant l'érosion du sol à travers des mesures de conservation, un bénéfice en ressort pour les utilisateurs des terres en termes de rendements et de pratiques agricoles plus simples. La figure A11.2a montre le coût et le bénéfice de l'érosion du sol et de sa conservation. La partie ombragée montre le coût et le bénéfice mesurés en termes de perte de rendement (comparé avec une ligne de base sans dégradation) et le rendement sauvé (comparé avec une ligne de base de la dégradation continue).



Comparer le coût et bénéfice de l'érosion et de la conservation du sol est essentiel pour les utilisateurs des terres afin de prendre la décision sur quand et quelles mesures de conservation choisir. La plupart des mesures de conservation implique des coûts, du travail, du matériel ou laisser au repos des terres. Pour déterminer quelle mesure de conservation est la plus appropriée, une analyse des coûts et bénéfices pour les mesures de conservation est requise.

Les 10 étapes suivantes suggèrent une approche pour évaluer le bénéfice net gagné par l'implémentation de la mesure de conservation. Elles sont écrites sous forme de liste pour illustrer la séquence- pour plus d'information le lecteur devrait se référer à un texte standard d'analyse des coûts et bénéfices.

Étape 1: Définir le 'avec' et 'sans' situations technologiques.

Une description systématique est requise de la technologie à être évaluée. Comment fonctionne-t-elle? Qu'est ce qu'elle fait? Quel matériel est requis pour l'implémenter? Et ainsi de suite.

Dans cet exemple, la situation 'avec technologie' est une rangée de haie Gliricidia plantée autour de la ligne de niveau. La situation 'sans technologie' est la culture d'une pente abrupte sans aucune mesure directe pour garder le sol dans la pente.

Etape 2: Convertir les données en unités communes.

Habituelle, il est mieux de convertir les aires de terrain en hectares, et les rendements en kilogrammes par hectare, quoique les mesures pertinentes localement puissent aussi être utilisées. L'argent devrait être dans la monnaie locale pour refléter la valeur réelle et le coût réel aux utilisateurs des terres. Donc les revenus d'une culture devraient être calculés basés sur le prix payé aux fermiers pour leur culture- le prix de production- non le prix du marché. L'inflation est un problème majeur dans plusieurs pays donc une fixe date sera habituellement requise.

Etape 3: Enumérer les coûts et les bénéfices.

C'est la première étape vitale afin de rendre l'information dans un format commun- deux colonnes représentant les coûts des utilisateurs des terres et les bénéfices. Les observations de terrain et les données collectées des fermiers sont vitales dans cette énumération. L'énumération devrait inclure seulement les coûts et les bénéfices résultant de l'adoption de la technologie. Aucun coût ou bénéfice engendré par le fermier qu'il adopte ou non la technologie ne devrait pas être compté. Le double comptage des bénéfices doit être évité.

Etape 4: Enumérer les valeurs monétaires pour chaque coût et bénéfice.

Les valeurs monétaires doivent être basées sur les coûts et les bénéfices de l'utilisateur des terres, exprimés habituellement dans la monnaie locale par hectare. Les coûts et les bénéfices pour lesquels il n'y a pas de valeur monétaire sont exclus.

Etape 5: Identifier les échelles de données à être utilisées pour l'évaluation.

Une des erreurs communes est d'assumer que la société rurale est homogène et que tous les fermiers ont les mêmes perspectives. Différents fermiers ont des valeurs différentes et ils fournissent des réponses dans ce sens. Cette variation doit être réfléchie en termes de minimum et de maximum- c.à.d. échelles dans les valeurs. Ces échelles sont utilisées par la suite pour calculer où quelques fermiers peuvent faire des bénéfices et des coûts nettes en raison de leur circonstance différente.

Etape 6: Identifier la période de temps pour l'évaluation

La période de temps peut être la vie de la technologie en soi, tel que reconnu par les fermiers, ou cela peut être le nombre d'années sur lesquelles les fermiers évaluent la technologie comme un investissement à l'amélioration de leur terre. La période de temps a des implications importantes car l'amélioration de la qualité survient lentement, donc quelques bénéfices peuvent seulement être réalisés après la vie de la technologie.

Etape 7: Construire un tableau sommaire

Le tableau devrait avoir les années énumérées dans la première colonne, avec une rangée assignée pour chaque année de l'évaluation. Le corps du tableau est ensuite séparé en deux sections principales pour les coûts et les bénéfices, avec deux colonnes pour chaque type de coût ou bénéfice à accommoder l'échelle des valeurs du minimum au maximum. Si le coût actuel et relativement sans changement pour certains biens est connu, ceux-ci sont utilisés.

Ce tableau montre un exemple de résumé des coûts et des bénéfices pour les bandes d'haie Gliricidia. Les coûts et les bénéfices sont spécifiés dans la monnaie locale aux prix prévalents pour les fermiers. Donc le bénéfice du fertilisant est évalué au prix de livraison à la porte de la ferme. Les valeurs a à k seront utilisées dans l'étape suivante.

	<i>COUTS (et les ressources requises)</i>					<i>BENEFICES</i>					
<i>An</i>	<i>Travail</i>		<i>Outils</i>	<i>Perte d'aire de culture</i>		<i>Rendement de la culture augmenté</i>		<i>Sauvegarde sur les fertilisants</i>		<i>Production de pôles</i>	
	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Actuel</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
1											
2	A	b	C	D	E	f	g	h	i	j	k
3											
etc.											

Etape 8: Calculer les coûts et les bénéfices totaux, et le flux d'argent net par an

Les données minimum et maximum sont tenues séparément. Pour le coût total et le bénéfice total, une valeur minimale et maximale est calculée chaque année. Le flux d'argent net est ensuite calculé pour chaque année en soustrayant les coûts totaux des bénéfices totaux.

A partir du tableau sommaire pour les rangées de haie Gliricidia, les coûts, les bénéfices et le flux d'argent net totaux sont entrés. Les items a à k de l'étape démontre comment les données sont ordonnées. Notez spécialement que le minimum flux d'argent net égale les bénéfices totaux moins les coûts totaux maximum. Similairement, le flux d'argent net égale les bénéfices totaux maximum moins les coûts totaux minimum.

<i>AN</i>	<i>COUTS TOTAUX</i>		<i>BENEFICES TOTAUX</i>		<i>FLUX D'ARGENT NET</i>	
	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
1						
2	$a + c + d = r$	$b + c + e = s$	$f + h + j = t$	$g + i + k = u$	$t - s$	$u - r$
3						
etc.						

Etape 9: Ajuster le flux d'argent net pour la valeur du temps de l'argent

La valeur de l'argent dans le temps est impliquée dans l'investissement dans les mesures de conservation car les sommes de l'argent reçues sont des bénéfices et des coûts à différents points dans le temps. Les sommes d'argent sont multipliées par un facteur relié au taux d'actualisation, qui exprime de quelle manière la valeur de l'argent diminue dans le temps. L'évaluation reflète seulement la valeur présente ou la valeur présente nette. Donc un bénéfice dans le future vaut moins que le bénéfice maintenant. Un coût dans le future vaut moins dans le temps présent qu'un coût maintenant. Car les taux d'actualisation sont souvent difficiles à fixer et dépendent de facteurs externes tels que le coût d'un emprunt d'argent, c'est une bonne pratique de fixer un taux d'actualisation plus bas et plus haut de ces calculs—voir l'étape finale 10.

Les rangées de haie *Gliricidia* et leurs terrasses associées demandent beaucoup de travail à planter et construire initialement. Ensuite il y a des coûts de maintenance, mais ceux-ci sont relativement bas. Les bénéfices, toutefois, arrivent tranquillement. Le sol améliore sa qualité seulement après une longue période, car il doit récupérer du mouvement initial de faire les terrasses. Donc, considérant que les coûts sont au début et les bénéfices plus tard, l'ajustement pour le flux de l'argent net pour la valeur de l'argent dans le temps fait en sorte que très peu de fermiers investiront dans ces haies. Peut-être seulement les fermiers étant retraités et ayant d'autres sources de revenus.

Etape 10: Calculer la présente valeur nette de la technologie

La présente valeur nette (PVN) est calculée en ajoutant les valeurs présentes du flux d'argent net pour chaque année d'évaluation. Les taux d'actualisation bas et élevé et les flux d'argent avec escompte minimum et maximum devraient être tenus séparés. Le facteur d'escompte est dérivé du tableau standard- le plus loin dans le future, le plus petit est le facteur à prendre en compte pour la valeur nette de l'argent dans le présent au fur et à mesure que le temps progresse. Le PVN est la somme des flux d'argent nets escomptés sur la période de l'évaluation. Si le PVN est positif, cela indique qu'à ce taux d'escompte, les bénéfices de l'investissement excèdent les coûts. Donc l'investissement est économiquement rentable à ce taux d'escompte. Alternativement, si le PVN est négatif, l'investissement n'est pas économiquement viable. Les technologies de conservation avec des PVN négatifs ne sont habituellement pas acceptées des utilisateurs des terres car pour les implémenter, les utilisateurs des terres seraient plus pauvres. En raison du fait que l'évaluation a été effectuée avec des échelles de données (minimum/maximum; bas/élevé taux d'actualisation) il y aura plusieurs réponses, du meilleure scénario au plus pire.

Le tableau final regroupe tous les calculs ensemble. Notez que les différentes valeurs de PVN pour le meilleure scénario (le flux d'argent net avec le maximum d'escompte au taux d'actualisation le plus bas) au scénario le plus pire (le flux d'argent avec le minimum d'escompte au taux d'actualisation le plus élevé).

<i>An</i>	<i>Taux d'actualisation bas</i>			<i>Taux d'actualisation élevé</i>		
	<i>Facteur d'escompte</i>	<i>Flux d'argent net avec escompte minimum</i>	<i>Flux d'argent net avec escompte maximum</i>	<i>Facteur d'escompte</i>	<i>Flux d'argent net avec escompte minimum</i>	<i>Flux d'argent net avec escompte maximum</i>
1						
2						
3						
etc.						
PVN Total	-			-		

Annexe 12. Lignes directrices éthiques pour LADA-L

(Cette section est extraite de l'information sur les lignes directrices éthiques de ODG/UEA)

Quelques aspects à garder en tête lors du développement du projet de recherche.

Travailler avec les gens

La sécurité et le bien-être des participants à la recherche doivent être assurés. Il est important que les gens sachent que vous respectez leur confidentialité et que lorsque possible, vous allez prendre les mesures appropriées pour préserver leur anonymat. Vous devez leur expliquer que leur participation est totalement volontaire et qu'ils peuvent refuser de prendre part à la recherche s'ils le souhaitent. Dans certains contextes, il peut être difficile pour les gens de dire non, donc vous devez en être conscients et faire de votre possible pour assurer que les gens ne se sentent pas obligés de prendre part ou soient mis sous pression par les autres participants à participer à la recherche.

Lorsqu'une recherche planifie de travailler avec des enfants, vous devez vous familiariser avec la position légale avant d'effectuer la recherche. Si vous planifiez de travailler avec des enfants dans les écoles, vous devez obtenir l'acceptation écrite du directeur de l'école ou de la personne responsable. Lorsqu'approprié, le chercheur devrait obtenir le consentement des parents supportant la participation de leur enfant, après avoir clairement expliqué la recherche aux parents et professeurs. Lorsque le consentement est obtenu des parents, il est tout de même important d'essayer d'obtenir le consentement réel de l'enfant, assumant que l'enfant est assez vieux pour comprendre que sa participation est entièrement volontaire et qu'il peut refuser s'il le souhaite.

Vous devez obtenir des consentements valides de tous les participants. Les adultes et les enfants devraient participer à la recherche librement et il est important qu'ils soient bien au courant des objectifs, procédures et produits de la recherche. Les informations données devraient être une description écrite du projet de recherche ou par une autre forme de communication pour les sociétés non ou semi lettrées. Les gens devraient savoir qu'ils ont le droit de se retirer à tout moment. Lorsque possible, il est important que l'anonymat et la confidentialité soient maintenues en tout temps.

Des archives des procédures suivies et de l'accord des participants devraient être conservées.

Les obligations du chercheur

Le chercheur ne doit pas

- Fournir de l'information permettant d'identifier les participants au cours de la recherche, sauf si ceux-ci ont donné leur permission ou si vous êtes tenu par la loi de divulguer ces informations.
- Fournir des garanties non réalistes sur la confidentialité ou l'anonymat.
- Faire des promesses non réalistes au sujet de l'impact de la recherche sur la communauté ou les individus impliqués (soulever des attentes d'aide au développement, d'aide légale ou autres interventions en dehors de votre influence ou contrôle).

Le chercheur devrait

- Conserver toutes les données de manière sécuritaire et prendre en compte les obligations de la législation appropriée sur la Protection des Données ou autre législation.
- Prévenir que les données soient publiées ou rendues publiques d'une manière permettant que les participants soient retracés.
- Vous assurez que la recherche ne vous mette pas en danger et
- Prendre toutes les mesures possibles pour assurer votre sécurité.

Paiements aux sujets de recherche

Si les gens prenant part à la recherche peuvent recevoir des paiements, vous devez l'expliquer dans votre proposition de recherche et demander l'assistance de votre comité. Des petits prix d'appréciation pour avoir pris part à l'étude peuvent être fournis s'ils ne sont pas considérés comme des motivations inappropriées pour inciter les gens à prendre part à l'étude.

Informers les participants à propos des résultats de la recherche

Vous devriez informer les participants, lorsque possible, des résultats de la recherche, expliquant si nécessaire qu'ils ne pourront recevoir leur résultat individuel. Considérant que la participation au projet est volontaire, il est approprié de fournir des commentaires sur les résultats et expliquer de quelle manière l'information est utilisée.

Ressources utiles sur l'éthique lors de recherche avec les gens

- British Sociological Association -- <http://www.britsoc.org.uk/about/ethics.htm>
- Association of Social Anthropologists of the Commonwealth -- <http://www.asa.anthropology.ac.uk/ethics2.html>
- Social Research Association -- www.the-sra.org.uk/ethics03.pdf