

LE VETIVER

La protection contre l'érosion

Banque Mondiale
Washington, D.C

Les opinions et interprétations exprimées dans ce manuel ne sont pas forcément celles des directeurs exécutifs de la Banque Mondiale ou des pays qu'ils représentent. La carte qui accompagne le texte fut préparé uniquement pour des besoins de convenance pour nos lecteurs. Les appellations et autres présentations des matériaux qu'elle contient n'impliquent donc en aucune manière la Banque Mondiale, ses représentations ou son conseil d'administration ou ses états membres concernant le statut légal quel que soit le pays, le territoire, la ville ou la région ou de ses autorités ou concernant la délimitation de ses frontières ou son affiliation nationale.

Première édition	1987
Quatrième édition	Avril 1993
Cinquième édition	Décembre 2000

Maquette de couverture par Bill Fraser

ISBN 0-8213-1405-X

PREFACE

La première édition du " Vétiver – Une haie contre l'érosion " fut publiée il y a 13 ans. Depuis cette date, des dizaines de milliers de copies de la première, seconde et troisième édition ont été distribuées à travers le monde. Des milliers de copies supplémentaires ont été traduites et publiées dans plusieurs langues, notamment en espagnol, en chinois, en hindi, en gujarati, en thaï, en chechewa (Malawi) et plus récemment en kiswahili. Ce petit livre, communément appelé "livre vert", a donné espoir à plusieurs dizaines de milliers

d'exploitants agricoles de la plupart des pays tropicaux et semi-tropicaux du monde. Nous espérons que cette édition révisée en donnera encore à des milliers d'autres.

Lorsque John Greenfield composa ce livre la première fois nous nous étions surtout concentrés sur la conservation des sols et de l'eau; depuis, étant donné que nous sommes davantage penchés sur cette plante remarquable à travers la recherche et la pratique, l'application du vétiver a été étendue quasiment à toutes les régions exigeant la gestion des ressources naturelles liées à la terre. On utilise de plus en plus les systèmes vétiver pour la mise en valeur des terres et la reconversion des mines, la stabilisation des ouvrages de terre (routes, chemins de fer, zones de construction), le contrôle de la pollution et l'amélioration des structures hydriques et de la qualité de l'eau. D'autres usages du vétiver sont en train d'être identifiés tels que son potentiel d'éradication des termites dans les états du Sud des USA, son utilisation en médecine (Cameroun) et son large éventail d'utilisations commerciales et industrielles (Thaïlande). Une autre utilisation importante du vétiver est sa capacité à atténuer les forces destructrices des ouragans et autres calamités naturelles.

Le mode d'utilisation a également changé. En 1987 nous comptions sur les agences gouvernementales pour promouvoir le vétiver. Dans la plupart des cas cela avait manqué d'efficacité. Aujourd'hui, les grands promoteurs des systèmes vétiver sont les ONG ainsi qu'un nombre croissant de sociétés commerciales d' "aménagement du paysage". Les paysans n'utilisent plus le vétiver uniquement pour la conservation de l'eau et des sols mais également comme intrants "commerciaux" de matériaux de vétiver à planter destinés aux utilisateurs de vétiver.

En 1987 nous n'avions pas de réseaux. Aujourd'hui nous en avons plus de 20 et davantage se créent chaque année. Les réseaux sont indépendants et pauvres mais ils sont gérés par des personnes dévouées qui croient en cette technologie et qui sont prêts à aller sur le terrain et à agir afin que les gens puissent connaître le vétiver ainsi que ses modes d'utilisation.

L'avancée enregistrée par la technologie peut être mise à l'actif de ces réseaux.

Tous les ans nous découvrons de nouvelles utilisations du vétiver, de nouvelles techniques de gestion et des milliers de nouveaux utilisateurs. Le vétiver est unique et continuera à jouer un rôle vital dans la gestion des ressources naturelles. Nous espérons qu'avec la publication de la version révisée ainsi que celle d'autres outils disséminés par un grand nombre de réseaux au niveau national et régional les systèmes vétiver seront utilisés à une plus grande échelle. Des informations réactualisées sont disponibles sur le site web des "Réseaux Vétiver" à [http : //www.vetiver.org](http://www.vetiver.org)

Le problème de l'érosion des sols et des eaux est encore plus important aujourd'hui qu'il ne l'a été il y a de cela 13 ans pour la simple raison qu'il y a aujourd'hui plus d'exploitants agricoles mais moins de terrains agricoles et davantage de travaux de construction du fait de l'accroissement des infrastructures des pays à l'instigation des gouvernements. Ce dernier point est un problème capital. En guise d'exemple on estime que 80% des pertes de sédiments en Chine méridionale proviennent des sites de constructions, à savoir les routes, les chemins de fer et les carrières. Les quantités ainsi que la qualité de l'eau sont en nette diminution et pourtant personne ne voit comment venir à bout du problème. En ce qui nous concerne, nous avons une solution qui pourrait grandement aider à le résoudre à condition d'en faire bon usage : il s'agit des rangées de haie de vétiver. Elles sont peu onéreuses, efficaces et faciles à utiliser. Nous n'avons pas besoin d'attendre les décisions politiques du gouvernement ni l'octroi de ses fonds. En revanche, tout ce dont on a besoin, c'est d'aller sur le terrain et d'utiliser cette technologie disponible pour tous ceux qui souhaitent l'utiliser.

Dick Grimshaw

Président – Le Réseau Vétiver

23 Novembre 2000

Table des matières

L'érosion en nappe	2
Cultures sous pluie	6
Les haies de contour végétales	16
Etablissement des haies de vétiver	34
Conservation de l'humidité	42
Pourquoi le vétiver est-elle la plante idéale pour le système végétal de conservation des sols et de l'humidité ? STABILISATION DE LA STRUCTURE DE LA TERRE ET REHABILITATION ENVIRONNEMENTALE.	46
Autres utilisations pratiques du vétiver	48
Quelques astuces de gestion	69
Noms communs du vétiver	74
Carte :	
Les pays utilisant le vétiver	x
En encadré :	
Vetiveria	14
Tableaux :	
Tableau 1. Pente, parcours et intervalle vertical	76
Tableau 2. Coût du traitement de la terre avec les haies de contour en vétiver	78

- Les pays utilisant le vétiver

Le vétiver : la protection contre l'érosion

L'érosion en nappe

L'érosion en nappe est la plus dévastatrice des formes d'érosion, surtout parce qu'elle est peu reconnue et rarement traitée.

Provoquée par la pluie, l'érosion en nappe est la cause de pertes de milliards de tonnes de sols chaque année. Au fur et à mesure que les gouttes de pluie pilonnent la terre, les particules de sol sont ramollies et emportées par le ruissellement. Ce ruissellement dépouille encore davantage les zones non protégées de leur riche couche superficielle et se transforme en eau

boueuse qui se retrouve dans les évacuations, les rivières et les fleuves. L'érosion en nappe mène à des formes d'érosion encore plus frappantes à savoir les rigoles et ravins par exemple, qui font l'objet de mesures de conservation les plus avancées connues à ce jour. Bien qu'étant moins spectaculaire, l'érosion en nappe laisse des traces visibles comme le montre la figure 1: collecte de sols derrière les obstructions sur une pente (telle que la brique dans l'exemple **A**); pierres abandonnées à l'arrière par le ruissellement car ne pouvant être emportées à cause de leur poids (**B**); ou monticules de terre désagrégés et autres débris piégés dans les branches, dans les brindilles ou même dans des touffes de paille (**C**).

Les effets de l'érosion en nappe sont plus rapidement perceptibles dans les régions forestières privées de couche superficielle- de même que dans les champs ou dans les terrains incultes dotés de quelques arbres seulement- et où la perte de sols met à nu les racines des arbres (**Figure 2**). L'eau peut alors passer facilement en dessous des troncs d'arbres et entre les racines. Une fois que le sol qui les a soutenus et qui leur a donné naissance sera emporté, les arbres le seront également à leur tour.

Figure 1. Les signes de l'érosion en nappe

Figure 2. L'érosion en nappe et les arbres

Ruissellement Racines dénudées

Les arbres à eux seuls ne peuvent pas empêcher les pertes de sols causées par l'érosion en nappe; les forêts par contre avec leur épaisse litière et leur végétation à faible croissance en sont capables. Dans les zones où la couverture forestière n'est pas possible ou n'est pas praticable les barrières végétales peuvent être utilisées pour arrêter la perte de sol. Les arbrisseaux à racines fibreuses ainsi que les herbes servant de haies de contour du terrain ralentissent l'écoulement, répandent l'eau, affaiblissent son pouvoir érosif et l'obligent à déposer sa charge de sol riche derrière les rangées de haies. Par conséquent l'écoulement se poursuit lentement vers le bas de la pente et lorsque les haies sont plantées à intervalle vertical convenable (voir page 40), il ne se produit pas d'érosion additionnelle.

La quantité de sol perdue par voie d'érosion en nappe est alarmante. La **figure 3** qui décrit deux plantes ayant survécu et dont les racines empêchent l'érosion en nappe montre comment la quantité peut être mesurée. Dans ce cas présent une couche de sol de 50 centimètres de profondeur – qui se mesure par la distance séparant le sommet des monticules de la plante de l'actuelle croûte superficielle – a été perdue à travers la totalité de la surface du champ depuis la fixation des plantes.

Figure 3. Perte de couche arable

Pente

50 centimètres de couche arable fut emportée

Culture sous pluie

La méthode traditionnelle de culture dans les zones utilisant de l'eau de pluie quel que soit le degré d'inclinaison du terrain consiste soit à longer la pente soit à remonter ou à redescendre la colline (**voir figure 4**). Ce système encourage à la fois le ruissellement et la perte de sol et aggrave ainsi l'érosion en nappe. Souvent plus de 50 pour cent des eaux de pluies sont perdues du fait des ruissellements et donc les cultures en sont privées. Plus la pente est raide et plus le ruissellement sera rapide et davantage érosif. L'efficacité des ruissellements est donc moindre car l'eau n'a pas la chance de pouvoir s'infiltrer. En labourant le long des pentes le paysan, comme le montre la **figure 4**, encourage sans le savoir les eaux de pluie à s'échapper de son champ.

La **figure 5** illustre la méthode défendue dans ce manuel – à savoir l'utilisation des haies de contour végétales pour empêcher l'érosion et conserver l'humidité naturelle dans le sol. Une

fois ces haies fixées elles n'auront plus besoin d'entretien et protégeront la terre de l'érosion pendant des années, du fait qu'elles édifient des terrasses naturelles. Contrairement aux sillons de plantation présentés à la **figure 4**, ceux que l'on trouve au niveau **A** dans la **figure 5** suivent le contour du champ comme indiqué par les haies végétales (**B**).

Figure 4. Culture traditionnelle sous pluie

Pente

Figure 5. Culture par voie de haies de contour végétales

Pente

La construction de levées de terre ou de monticules de contour ont ralenti l'érosion dans le monde depuis les années 1930. Cependant cette méthode de conservation de la terre crée un système non-naturel de drainage et n'est plus considérée comme étant appropriée pour les petits exploitants. La digue dans la **figure 6** fut construite à l'aide de croûte superficielle prise du point **A**, qui de ce fait fut transformée en un canal servant à déterminer les voies latérales de ruissellement (**illustration du haut**). Cependant la digue est faite à partir du même sol qu'elle est supposée protéger et étant donné que la construction rend la pente plus raide, la digue va à la longue s'éroder et fondre (**illustration du bas**). Par conséquent elle devra être remplacée à un coût élevé par le paysan. En outre, afin de collecter suffisamment de sol pour construire la digue et le canal se trouvant dans la **figure 6**, une bande de cinq mètres de large devra être retirée de la production sur toute l'étendue de la digue. Cela représente une perte d'un hectare de terre agricole pour tous les vingt hectares traités avec des digues ou des monticules.

La **figure 7** montre la méthode non-naturelle de drainage du sol par ce système. Tout le ruissellement est conduit sur les côtés et rejeté dans un cours d'eau qu'aucun exploitant ou exploitante ne voudrait voir couler dans son périmètre agricole. Ce système rend les zones en dessous trop sèches et les environs du canal trop humides pour atteindre un rendement agricole optimal.

Figure 6. Méthode construite de conservation des sols

Levée de terre ou monticule

5 mètres

A la longue la digue "fond"

Figure 7. Drainage sous un système construit

Ruissellement

Pluie

Digues

Cours d'eau

Par contraste, la méthode végétative de conservation des sols et de l'humidité utilise la nature pour se protéger. Dans le système que nous démontrons dans ce manuel à l'aide du vétiver (*Vetiveria zizanioides*), une bande de cinquante centimètres seulement- c'est-à-dire un dixième de la terre occupée par les digues ou les monticules- est retirée de la production (**Figure 8, illustration du haut**). Du fait que les divisions racinaires des herbes ou boutures comme on les appelle sont plantées sur un seul sillon labouré, très peu de sols subissent des perturbations. Alors que les digues doivent être réalisées à l'aide de bulldozers ou en faisant appel à une main-d'œuvre rémunérée, le système végétatif n'exige aucun outil ou main-d'œuvre spécifiques autres que ceux que possède déjà l'exploitant.

L'**illustration du bas de la figure 8** montre ce qui arrivera à la longue dans un système végétatif : l'écoulement dépose sa charge de sol, l'herbe se talle à travers ce limon et une terrasse naturelle se forme. La terrasse devient une caractéristique permanente du paysage,

c'est-à-dire une barrière permanente qui restera efficace pendant des décennies voire même des siècles.

Figure 8. Système végétatif de conservation des sols

Le vétiver

50 centimètres

Au fil du temps une terrasse naturelle se forme

Lorsque l'écoulement atteint les haies végétales, il ralentit, se répand, dépose sa charge limoneuse et suinte à travers les rangées de haies. Et en chemin une grande partie de l'eau s'infiltré dans la terre (**Figure 9**). Aucune perte de sol n'est enregistrée et il n'y a pas de perte d'eau provoquée par la concentration d'écoulement dans des zones particulières. Le système ne requiert aucune technique agricole poussée, les exploitants peuvent accomplir tout le travail par leurs propres moyens.

Près de Mysore dans l'état indien méridional de Karnataka (dans les villages et hameaux de Gundalpet et Nanjangud par exemple), les paysans entourent leurs périmètres agricoles de haies de vétiver depuis plus d'un siècle. Pour préserver l'étroitesse des haies, les paysans labourent simplement autour des rangées de haies à chaque fois qu'ils labourent le reste du champ au moment des cultures. Les haies sont dans un excellent état et offrent une protection permanente contre l'érosion.

Figure 9. Drainage sous système végétal

Écoulement

Pluie

Haies végétales

Grossie x _

Vetiveria

Des dix espèces d'herbes vivaces rêches que l'on trouve sous les tropiques de l'Ancien Monde et appartenant au genre *Andropogon*, *Vetiveria zizanioides* s'est avérée idéale pour les procédés de conservation du sol et de l'humidité.

V. zizanioides (L) Nash (2n= 20) Khus; le vétiver, une herbe vivace touffue, sans barbes, rêche et glabre est un "reproducteur timide" considéré comme étant stérile en dehors de son habitat naturel de marécages. Il est dépourvu de rhizomes et de stolons et se reproduit par ramification des racines ou par bouturages. La plante se développe en massifs à partir d'une racine "spongieuse" fortement ramifiée (plan A), avec des tiges dressées hautes de 0.5 à 1,5m (B). Les limbes foliaires sont relativement raides, longs et étroits - pouvant aller jusqu'à 75 cm de longueur et 8 mm maximum de largeur - et bien que glabres ils sont "rugueux" vers le bas le long des rebords. Le panicule atteint 15 à 40 centimètres de long (C); les jointures et pédicelles sont glabres. Les épillets sont étroits, aigus et sans barbes (D). L'un des épillets est hermaphrodite et présente un sensile quelque peu aplati latéralement avec des épines courtes et coupantes. Il est pourvu d'un cal glabre, de trois étamines et de deux stigmates. L'autre épillet est pédicellé et staminé. Certaines espèces cultivées fleurissent rarement.

A la fois xérophyte et hydrophyte, le *V. zizanioides* peut résister à des sécheresses extrêmes - peut-être à cause du degré élevé de sel contenu dans sa sève foliaire - de même qu'à de longues périodes d'inondation (quarante-cinq jours ont été atteints dans le champ). Il possède un éventail exceptionnellement large de pH, semble pouvoir se développer dans n'importe quel type de sol sans tenir compte du degré de fertilité et il a été prouvé qu'il n'est pas affecté par les températures pouvant descendre jusqu'à -15° centigrades.

Le *V. zizanioides* ne produit pas de graines pouvant germer dans des conditions ambiantes normales. Le *V. nigriflora* (l'espèce nigérienne) par contre en est capable mais les jeunes plants sont facilement contrôlés.

Les haies de contour végétales

La **figure 10** présente une section transversale d'une haie de contour végétale en action. Les feuilles et les tiges du vétiver ralentissent l'écoulement à charge limoneuse au niveau **A** et l'obligent à déposer le limon derrière la plante au niveau **B** tandis que l'eau continue sa course vers le bas de la pente à un rythme moins rapide. Le système racinaire spongieux de la plante illustré au niveau **D** s'enroule au sol en dessous de la plante jusqu'à une profondeur atteignant 3 mètres. En formant un dense rideau souterrain qui longe le contour du terrain, les racines empêchent les formations de ruisselets, de rigoles et les effets tunnel. La forte huile aromatique qu'elles contiennent rendent l'herbe insipide auprès des rongeurs et autres insectes; aussi selon un certain nombre de paysans indiens elles empêchent la nidification des rats dans la zone. Du fait que le dense système racinaire repousse les rhizomes des herbes telles que le *Cynodon dactylon*, les rangées de haies les empêchent d'entrer dans le champ et de se transformer en mauvaises herbes. Et selon les paysans se trouvant à proximité de Mysore, les herbes coupantes et raides de la plante éloignent également les serpents.

Figure 10. Section transversale d'une haie de Vétiver

Pour être efficace en tant que méthode de conservation des sols, le système végétatif doit former une haie comme le présente la **figure 11**. Bien que dans certaines circonstances des haies épaisses peuvent être formées en une année, il faut compter généralement deux à trois saisons d'exploitation pour établir une haie suffisamment dense pour résister aux pluies torrentielles et protéger le sol. Durant les deux premières saisons et parfois la troisième, les plantes nécessitent de la protection et chaque trou qui apparaît dans les rangées doit être comblé. (Durant les deux premières saisons l'on devrait également voir facilement le limon en train d'être piégé derrière les plantes en phase de fixation, un phénomène que les encadreurs devraient faire remarquer au moment d'expliquer le système aux paysans). Bien que les levées de terre utilisées dans la méthode conventionnelle de conservation des sols soient efficaces dans l'immédiat, elles se brisent avec le temps et éclatent fréquemment pendant les violents orages. Une fois la haie fixée, elle ne s'use ni ne requiert un entretien supplémentaire si ce n'est un élagage de temps à autre. L'élagage des haies jusqu'à une hauteur de 30 à 50 centimètres les empêche de monter en graine, les épaissit et par conséquent augmente leur efficacité dans le filtrage de l'écoulement. Dans plusieurs villages et hameaux situés à proximité de Mysore les paysans élaguent leurs haies toutes les deux semaines pendant toute l'année et nourrissent leur bétail avec de jeunes feuilles sapides. Par conséquent ils sont assurés d'avoir des provisions fourragères tout au long de l'année quelle que soit la pluviométrie.

Figure 11. Système végétatif

Haie continue sans trous

Il est devenu évident que beaucoup d'encadreurs, voire même de chercheurs, ne comprennent pas parfaitement ce que l'on entend par "contour". La **figure 12** illustre bien l'opinion erronée selon laquelle : un sillon creusé le long d'une "pente principale" suit le contour. Cela est inexact. Un contour véritable doit englober toutes les pentes, majeures ou mineures, il s'agit d'une ligne d'égale élévation autour d'une colline. Les sillons dans la **figure 12**, qui à

partir du point **A** suivent la pente principale jusqu'au point **C**, au lieu de former une courbe autour de la colline *ne sont pas* sur la colline et par conséquent ne conserveront pas l'humidité ni n'empêcheront l'érosion. Le véritable contour illustré dans la **figure 13** va de **A** à **B** puis à **D** et continue autour de la colline tout en maintenant une élévation égale tout au long du chemin.

Figure 12. Faux contour

Figure 13. Vrai contour

Du fait que les levées de terre utilisées de façon conventionnelle pour contrôler l'érosion doivent diriger l'écoulement vers un cours d'eau à proximité de la bordure du champ, elles doivent être construites exactement sur le contour. Comme le montre la **figure 14** une telle ligne (délimitée par des piquets au niveau **A**) peut être difficile à suivre pour le paysan au moment des labours. Les haies végétales cependant ne doivent pas obligatoirement se situer sur le contour pour pouvoir fournir une conservation efficace du sol et de l'humidité puisqu'elles ont pour unique but de réduire la vitesse de l'eau au moment de son passage et non pas de la canaliser ailleurs.

Une fois les piquets du contour fixés (voir la page 30), l'encadreur peut l'aplanir pour permettre au paysan de le suivre plus facilement. Dans la **figure 14** la ligne de contour **A** a été redéfinie en une courbe non abrupte de la ligne **B**. Pour contrôler l'érosion en nappe, les haies et les sillons creusés (lignes de cultures) n'ont besoin de suivre que la ligne **B**. Le limon recueilli du ruissellement va s'accumuler derrière les haies pour finalement former une terrasse naturelle. Etant donné que les haies parcourent la courbe, les extrémités de chaque rangée de haies devraient être relevées pour empêcher l'écoulement de se déverser à nouveau sur les côtés. Cela encouragera les terrasses naturelles à se former plus facilement et à empêcher les érosions aux extrémités des rangées de haies, en particulier sur les terrains escarpés.

Figure 14. Contour approximatif

Colline

Rigoles naturelles

Dans les **figures 15 et 16** nous voyons deux paysans, **A** et **B**. Ils sont tous deux de bons paysans, mais le paysan **A** (Figure 15) est un paysan sage; il a protégé son champ contre les pertes de sols en plantant des haies végétales au niveau des contours et se sert des rangées de haies comme repères pour labourer et planter sur le contour. Les sillons créés de cette manière retiendront les eaux de pluie et emmagasineront l'humidité supplémentaire dans le sol, permettant ainsi aux plantes de résister aux longues périodes de sécheresse. L'investissement financier consenti par le fermier **A** n'est pas supérieur à celui consenti par le fermier **B** dans la **Figure 16**. Il s'agit tout simplement d'un changement dans la méthode de gestion.

Le paysan **B** est un bon paysan mais il n'exerce pas son métier avec sagesse; il ne réfléchit pas. En labourant tout simplement du bas vers le haut de la pente il encourage les eaux de pluie à s'écouler en dehors de son champ en emportant le fumier ainsi qu'une couche irremplaçable de terre arable dans leur course. Les eaux de pluie s'écoulent si vite qu'elles n'ont pas le temps de s'infiltrer dans le sol et par conséquent ses récoltes ne sont pas protégées pendant les périodes sèches.

Figure 15. Champ protégé

Paysan **A**

Figure 16. Champ non protégé

Paysan **B**

Les **figures 17 et 18** illustrent bien ce qui se produit lorsque les deux systèmes agricoles sont exposés aux fortes pluies. Le champ du paysan A est protégé par les haies végétales et il n'y a point de perte de sol (**Figure 17**). Les sillons de contour emmagasinent toute la quantité d'eau de pluie possible. Le surplus d'eau de pluie s'écoule mais les haies de vétiver contrôlent l'écoulement en le ralentissant et en répandant l'eau, obligeant ainsi le limon à se déposer. Par conséquent, l'écoulement suit la déclinaison de la pente de manière sûre et non érosive. Sur le champ non protégé du paysan B l'eau de pluie s'écoule à grande vitesse en emportant ses engrais et sa couche arable. La course incontrôlée vers le bas de la pente provoque une érosion inutile et dommageable (**Figure 18**). A cause de la course effrénée de l'écoulement aucune quantité d'humidité n'est emmagasinée. Les eaux de pluie ne sont efficaces qu'à concurrence de 40 à 50 pour cent et le paysan B se plaint continuellement des sécheresses. En fin de compte il devra abandonner son champ puisqu'il n'y aura plus de sol à cultiver. Le paysan A ne sera jamais confronté à ce genre de problèmes et ses rendements augmenteront au fil des années.

Figure 17. Précipitations et le champ protégé

Pluie
Haie de vétiver
Haie de vétiver
Rétention d'eau

Figure 18. Précipitations et le champ non protégé

Pluie
Ecoulement
Erosion en ruisselets
Erosion en rigoles

Grâce à ses haies de contour de vétiver, le paysan A obtient d'excellentes récoltes (**Figure 19**). Etant donné que le sol a retenu suffisamment d'humidité provenant des pluies antérieures ses récoltes profitent du fort ensoleillement; toutes les graines se développent et les cultures affichent même de la croissance. Le paysan A obtiendra des rendements élevés.

A contrario le paysan B obtient une récolte décevante (**Figure 20**). Sa récolte n'a pas totalement échoué mais les quelques parcelles restantes où l'eau fut emmagasinée sont en phase d'assèchement à cause du soleil. Seule un faible pourcentage de graines se développera avec comme conséquence des résultats inégaux. Le paysan B ne peut espérer qu'un faible rendement. Pourtant il avait planté les mêmes semences que le paysan A et avait utilisé les mêmes engrais; les deux plantes furent semées au même moment et reçurent les mêmes quantités de pluie et de soleil. Cependant, contrairement à son voisin, le paysan B a perdu la majeure partie de ses engrais de même que 60 pour cent d'eau de pluie et une croûte superficielle mesurant probablement un centimètre d'épaisseur. Tout cela du fait qu'il n'avait pas labouré sur le contour et n'avait pas utilisé les haies végétales pour se protéger contre l'érosion et pour aider sa surface cultivée à retenir l'humidité provenant de la pluie. S'il avait pris conseil auprès des encadreurs et s'il avait labouré et planté sur le contour, le paysan B aurait pu obtenir le même niveau de rendement élevé que le paysan A.

Figure 19. La récolte du paysan A

Haie de contour de vétiver

Figure 20. La récolte du paysan B

Une fois la leçon apprise, le paysan B contacte son encadreur et ensemble ils délimitent ou posent des piquets le long des lignes de contour à travers les anciens sillons (Figure 21). Ce simple procédé n'exige quasiment pas de compétences techniques poussées si ce n'est une simple utilisation d'un petit niveau à lunettes manuel. L'encadreur se met au bout du champ et en regardant à travers le niveau à lunettes fait déplacer le paysan B soit en haut soit en bas de la pente jusqu'à ce que les deux hommes soient au même niveau et à ce moment précis le paysan délimite l'endroit à l'aide d'un piquet. Dans la **figure 21** la ligne de contour (**X**) a déjà été délimitée et le paysan n'a qu'à suivre l'alignement des piquets à l'aide de son attelage (comme le montre **la figure 22**) pour créer le sillon où viendront se loger les boutures du vétiver qui finalement formeront une haie de contour. Voilà tout ce que cela nécessite pour établir le système végétatif de conservation du sol et de l'humidité.

Figure 21. Délimitation du contour Paysan B

Figure 22. Labourage au niveau du contour

Cependant, à l'instar de n'importe quelle plante vivace, le système de haie de vétiver requiert normalement deux à trois saisons pour s'établir véritablement. L'on ne peut pas planter un manguier aujourd'hui et espérer cueillir des mangues le mois prochain. Néanmoins il est possible d'obtenir des effets immédiats à partir du système en utilisant des sillons morts en attendant que le vétiver se soit fixé. Cette étape préliminaire du système est présentée à la **figure 23**. En attendant que les semences soient produites dans la pépinière, le paysan établit les contours, prépare les couches de semis en suivant les sillons de contour et tous les 5 ou 6 mètres laboure deux fois un sillon mort. Les deux sillons morts sur le dessin ont été plantés avec des pois de cajan et intercalés avec six rangées d'arachides. La forme de chaque couche de semis figure en bas de l'illustration de la récolte: **DF** représente le sillon mort plus profond et **PP** représente la rangée de pois de cajan qu'elle soutient. Finalement, le vétiver sera planté dans quelques sillons morts mais en attendant ces mêmes sillons pourront fournir une petite protection contre l'écoulement. L'implantation du vétiver stabilisera entièrement le système comme le montre la **figure 24** dans laquelle une haie de vétiver a remplacé l'un des sillons morts.

Figure 23. Mise en œuvre initiale Arachides

Figure 24. Système stabilisé Haie de vétiver

Etablissement des haies de vétiver

Les quelques pages suivantes fourniront graduellement des instructions sur la manière d'établir une haie de vétiver. On fournira également des astuces concernant la façon de manipuler les semences, le meilleur moment pour planter et ce à quoi l'on peut s'attendre une fois l'herbe plantée.

La première étape consiste à se procurer les semences auprès d'une pépinière de vétiver. Si le vétiver est inconnu dans votre région il faudra vérifier auprès des jardins botaniques se trouvant dans les environs. Demandez-leur de chercher à *Vetiveria zizanioides*. S'il figure

dans leur collection, l'herbier montrera à quoi ressemble la plante. Il faudra noter son origine et fournir le nom local de la plante. Le vétiver se trouve sur toute l'étendue des tropiques et se développe avec succès dans des contrées aussi lointaines que le 42° degré de latitude nord. Il est facile d'établir des pépinières de vétiver. Les voies d'arrivée menant aux micro-barrages ou aux réservoirs d'eau constituent les meilleurs sites pour pépinières car l'eau qui se dirige vers le barrage ou vers le réservoir irrigue le vétiver qui à son tour enlève le limon de l'eau. Les grandes rigoles protégées avec du vétiver constituent également de bonnes pépinières artisanales. Pour obtenir les meilleurs résultats, les divisions racinaires du vétiver ou boutures devraient être plantées en double ou en triple rangée afin de pouvoir former des haies parallèles à travers le lit du ruisseau. Les rangées de haies devraient être espacées de 30 à 40 centimètres. Pour enlever une touffe de vétiver de la pépinière (**Figure 25**, illustration **A**), prendre soin de la déterrer à l'aide d'une bêche ou d'une fourche. Le système racinaire est trop massif et trop puissant pour pouvoir être arraché à la main. Ensuite enlever une poignée d'herbes, racines et autres de la touffe (**B**). La partie qui en résulte, c'est-à-dire la bouture, constitue ce que l'on va planter dans le champ.

Figure 25. Les matériaux à planter

Avant de transporter les boutures de la pépinière au champ il faudra prendre le soin de couper les parties supérieures de 15 à 20 centimètres au-dessus de la base et les racines de 10 centimètres en dessous de la base. Cela améliorera les chances de survie des boutures après le repiquage en réduisant le degré d'évapotranspiration et permettra d'éviter par conséquent son dessèchement. Comme le montre la **figure 26** tout ce dont on a besoin pour préparer les boutures à planter sont: un bloc de bois et un couteau. Un couteau de canne, une machette, un coutelas ou un panga feront l'affaire. La bouture définitive se trouve sur le **dessin 27**. Bien que le vétiver puisse être planté à partir de simples talles (en cas de pénurie de matériaux à planter), cette pratique est déconseillée dans les champs car il faudrait alors beaucoup de temps pour former une haie. La fertilisation des boutures avec du DAP (diamonium phosphate) encourage le tallage rapide et reste utile à la fois dans la pépinière et dans le champ. Pour cela il faudra tout simplement répandre du DAP dans le sillon avant le repiquage des boutures.

Figure 26. Préparation de la bouture

Figure 27. La bouture

Grossie x 1/4

Toujours planter les boutures au début de la saison humide pour s'assurer qu'elles peuvent profiter pleinement des eaux de pluie. Planter des boutures de vétiver équivaut à planter des jeunes plants de riz. Il faut faire un trou dans le sillon qui a été creusé pour délimiter le contour, enfoncer ensuite la bouture dans le trou en prenant soin de ne pas recourber les racines vers le haut. Puis appliquer fermement la bouture dans le sol. A dix ou quinze centimètres de la bouture le long du même sillon de contour planter la prochaine bouture et ainsi de suite (**Figure 28**). Une seule rangée de boutures doit être plantée. Si elles sont plantées correctement les boutures peuvent tenir jusqu'à un mois de sécheresse. Quelques boutures peuvent néanmoins mourir et laisser des trous dans la ligne de contour. Ces trous devront être comblés en plantant de nouvelles boutures. Il est parfois possible d'utiliser dans certains cas les tiges des fleurs vivantes ou les tiges (voir l'illustration de la page 14) appartenant aux plantes voisines simplement en les recourbant par-dessus le trou et en les enterrant. Les tiges vivantes produiront alors des racines au niveau des nodifications.

Bien sûr, pour que ce système végétatif ou n'importe quel autre système puisse fonctionner la plante devra former une haie, autrement le système ne pourra pas servir de barrière contre les pertes de sol. Le repiquage des boutures de façon trop espacée (**Figure 29**) rendrait le système presque inutile car cela demanderait trop de temps pour constituer une haie et ne fournirait ainsi que très peu de protection. En outre, sans le soutien supplémentaire d'une haie pour retenir le sol, les engrais et l'humidité autour du vétiver, les plantes seraient incapables de supporter les sécheresses les plus sévères. Même dans les zones arides qui enregistrent moins de 200 millimètres de pluie chaque année, une haie de contour vétiver efficace serait en mesure d'assurer sa propre viabilité.

Figure 28. Implantation des boutures
10 à 15 centimètres

Figure 29. Ce qu'il faut éviter

L'effet combiné des cultures le long des contours et les capacités des haies à ralentir et à répandre l'écoulement contribue à augmenter l'infiltration de l'eau dans le sol. Ainsi la haie peut se servir de l'équivalent de la quantité d'une pluie partielle. Afin que le système puisse fournir un maximum de protection contre l'érosion, les rangées de haies devraient être espacées au bon endroit de l'intervalle vertical (VI). Le VI est la distance verticale séparant une rangée de haie l'une de l'autre et ainsi de suite jusqu'en bas de la pente. La distance réelle mesurée le long du terrain est appelée parcours et dépend de la raideur de la pente. Avec par exemple un intervalle vertical de 2 mètres, les haies situées sur une pente de 5 pour cent seraient espacées de 40 mètres tandis que celles situées sur une pente de 2 pour cent seraient espacées de 100 mètres. Comme le montre la **figure 30**, le parcours entre des rangées de haies plantées sur une pente de 57 pour cent avec un VI de 2 mètres est de 4 mètres. Pour avoir un regard plus complet de la relation liant la pente, le parcours et l'intervalle vertical, se reporter au **tableau 1**, à la fin de ce manuel. Dans la pratique un VI de 2 mètres est généralement considéré comme étant convenable.

Une fois les haies établies dans le champ, le seul soin dont elles auront besoin sera un élagage annuel jusqu'à une hauteur de 30 à 50 centimètres afin d'encourager le tallage et empêcher que les plantes alimentaires ne soient recouvertes d'ombre. Le fait de labourer le long des rebords des rangées de haies supprimera les talles qui empiètent sur le terrain et par conséquent empêchera les haies de trop s'élargir.

Figure 30. L'intervalle vertical

Pente=57 pour cent

Parcours=4 mètres

VI=2 mètres

Conservation de l'humidité

Bien que les mesures destinées à retenir l'humidité naturelle dans le sol soient essentielles pour tous les systèmes agricoles alimentés à l'eau de pluie, l'art de la conservation de l'humidité in-situ comme on l'appelle est rarement mis en pratique et très peu assimilé. Il n'existe pas de terrain plat à proprement parler, l'eau s'écoule à partir de n'importe quel terrain. Quel que soit son degré d'aplatissement, tout terrain doit être entouré d'une haie de contour si la culture sous pluie y est pratiquée. Les levées de terre, les nivellements de terrain et autres techniques similaires ne sont exigés que dans les zones irriguées; les zones alimentées à l'eau de pluie doivent être entourées de haies de contour. La **figure 31** montre ce qui se produit lorsque le terrain est planté sans avoir recours aux sillons de contour.

Dans le dessin **A**, la pluie s'écoule en dehors du terrain. Le dessin **B** montre les résultats : du fait qu'aucune quantité d'humidité n'a été emmagasinée les plantes vont flétrir et mourir au soleil. Le dessin **C** montre la surface plantée avec des sillons de contour avec deux sillons morts récupérant le surplus de ruissellement qui servira lorsque le vétiver sera planté. La pluie captée et retenue dans chaque micro-captage a ainsi la chance de pouvoir s'infiltrer. Chaque sillon peut retenir 50 millimètres d'eau de pluie si bien que pendant la plupart des orages il n'y a point de ruissellement. Grâce à ce système naturel d'emmagasinement d'eau, les plantes peuvent tirer profit du soleil comme le montre le dessin **D**. Dans le dessin **E** l'un des sillons morts a été planté avec du vétiver pour stabiliser le système.

Figure 31. Les avantages des sillons de contour

Ruissellement

Plante

Haie de vétiver

La haie de vétiver est la solution au système de conservation in-situ de l'humidité. Une fois établie, elle sert de repère pour labourer et planter sur le contour et au moment des violents orages elle empêche que l'érosion ne détruise le champ du paysan. Le caractère remarquable de la plante est qu'une fois la haie fixée elle est permanente.

La **Figure 32** est un diagramme qui montre à quoi ressemblerait un système de vétiver dans une zone de petits exploitants. Comme nous le voyons, le vétiver s'adapte parfaitement aux systèmes de périmètres individuels. Il n'y a point de cours d'eau ni d'ouvrages de terre. La plupart des exploitants ont une rangée de vétiver pratiquement au milieu de leur champ quelle que soit la forme de celui-ci; néanmoins les terrains allongés pourraient nécessiter une double rangée pour les stabiliser. Bien que chaque champ possède sa ou ses rangées de vétiver l'ensemble des flancs de la colline se trouve protégé contre l'érosion car chacune des haies protège celles se trouvant plus bas au niveau de la pente. Avec ce système, une fois que les haies sont fixées, le travail supplémentaire n'est plus nécessaire et l'entretien est à son strict minimum. Tous les paysans ont leurs propres matériaux de plantation du vétiver. Si une rigole devait commencer à se former à n'importe quel endroit, du vétiver pourrait être obtenu à partir d'une haie existante et replanté à travers la rigole naissante pour l'empêcher de se répandre ; cela de façon permanente et sans coût si ce n'est le labour du paysan lui-même.

Figure 32. Le système vétiver

Limites de l'exploitation

Haies de contour de vétiver

En quoi l'herbe du vétiver est-elle la plante idéale pour le système végétatif de conservation du sol et de l'humidité ? STABILISATION DE LA STRUCTURE DE LA TERRE ET REHABILITATION ENVIRONNEMENTALE..

Bien que plusieurs variétés d'herbes et d'arbres aient déjà été testées au fil des années comme mesures de prévention contre l'érosion, il n'y a à ce jour que le vétiver qui ait réussi au test du temps. Comme le montre de façon éloquente la liste suivante des caractéristiques du *Vetiveria zizanioides* glanées çà et là à travers le monde au hasard des observations, cette plante vraiment remarquable est idéalement adaptée au système végétatif de conservation du sol et de l'humidité, à la stabilisation de la **structure de la terre (exple. routes) et à la réhabilitation environnementale**. Aucune autre herbe ne semble être connue pour rivaliser en robustesse ou en diversité.

- Lorsqu'il est planté correctement (**c-à-d. étroitement relié**), le *V. zizanioides* formera rapidement une haie dense et permanente.

- Il possède un système racinaire fibreux qui pénètre et s'enroule au sol jusqu'à une profondeur de 3 mètres et peut résister aux effets tunnel et aux craquages.
- **Ses tiges hautes et raides qui forment des haies denses peuvent résister à des écoulements d'eau relativement profonde réduisant ainsi leur vitesse tout en piégeant les sédiments.**
- Il est vivace et requiert un minimum d'entretien.
- Il est pratiquement stérile et du fait qu'il ne produit pas de stolons ni de rhizomes il ne deviendra pas une mauvaise herbe.
- Sa couronne est située en dessous de la surface, ce qui permet de protéger la plante contre les incendies et les surpâturages.
- Ses feuilles tranchantes ainsi que ses racines aromatiques repoussent les rongeurs, les serpents et les insectes similaires.
- Ses feuilles ainsi que ses racines ont démontré leur résistance à la plupart des maladies.
- Une fois fixé, il est généralement insipide pour le bétail. Les jeunes feuilles sont néanmoins sapides et peuvent servir de fourrage. (A Karnataka, en Inde, une variété cultivée de *V. zizanioides* sélectionnée par les paysans possède des feuilles plus souples et son goût est meilleur pour le bétail. Cette plante cultivée est également plus dense, moins ligneuse et plus résistante à la sécheresse que certaines variétés existantes).
- Il est à la fois xérophyte et hydrophyte et une fois établi il parvient à résister à la sécheresse, aux inondations et aux longues périodes de saturation du sol par l'eau.
- Il ne rentrera pas en compétition avec les plantes alimentaires qu'il est censé protéger. Il a été démontré que les haies de vétiver n'ont pas d'effets adverses sur le rendement des plantes alimentaires voisines et qu'elles pourraient même en réalité l'augmenter.
- Comme haie la plante est peu onéreuse, facile à établir et à entretenir voire même à retirer si le besoin ne se fait plus sentir.
- **Haute tolérance à l'acidité, à l'alcalinité, à la salinité, aux états sodiques et au magnésium.**
- **Haute tolérance à Al, Mn, As, Cd, Ni, Pb, Hg, Se et à Zn dans les sols.**
- **Degré de tolérance élevé aux herbicides et aux pesticides.**
- **Haute efficacité dans l'absorption des éléments N, P, Hg, Cd et Pb dissouts dans les eaux polluées.**
- Il peut se développer dans tous les types de **textures** de sols; cela comprend les sables, les argiles schisteuses et les graviers.
- Il se développera dans une grande variété climatique. Il a la réputation de pouvoir croître dans des régions ayant des précipitations annuelles comprises entre 200 et 6000 millimètres et des températures allant de **- 15° à 55° C**.
- C'est une plante culminante et par conséquent même lorsque les plantes environnantes sont détruites par la sécheresse, les inondations, les insectes, les maladies, les incendies ou quelque autre calamité, le vétiver demeurera pour protéger la terre des assauts des prochaines pluies.

Autres utilisations pratiques du vétiver

A part ses réussites en tant que système de conservation des sols et de l'humidité, le vétiver s'est montré efficace dans d'autres cas d'espèces. L'un des plus importants étant de pouvoir stabiliser le terrain de même que les barrages, les canaux et les voies de passage. La **figure 33**, par exemple, montre comment le vétiver peut être utilisé pour stabiliser un champ de riz classique qui dépend des levées de terre pour conserver l'eau d'irrigation à un niveau convenable. Ces remblais (**illustration du haut**) peuvent s'effondrer sous l'action de l'eau

bouillonnée par le vent (érosion par clapotage) et des dégâts causés par les rats, les crabes et autres insectes fossoyeurs. L'érosion à grande échelle qui en résulte, sans parler des déperditions d'eaux d'irrigation onéreuses et dans certains cas irremplaçables, pourraient mener à une perte pure et simple des récoltes. Le vétiver peut être planté au-dessus des remblais de riz pour les stabiliser (**illustration du bas**). Le vétiver se développe mieux sous ces conditions et ne souffre point des inondations occasionnelles. En outre, ses racines contiennent une huile essentielle qui repousse les rongeurs. De plus, étant donné que ses racines se développent verticalement vers le bas et n'empiètent pas sur les autres plantes, l'herbe n'a aucun effet sur le riz ou son rendement. Chaque année le vétiver peut être élagué à hauteur du sol pour empêcher que les plantes ne soient recouvertes d'ombre. Dans un exemple similaire, le vétiver peut servir à préserver les digues fluviales en les empêchant d'être à leur tour érodées et rejetées dans les champs (**Figure 34**). Il peut également être utilisé dans les plaines fluviales pour empêcher le limon de pénétrer dans le cours d'eau à partir du ruissellement provenant des champs limitrophes.

Figure 33. Stabilisation des levées de terre

Remblai fissuré

Vétiver

Figure 34. Protection des berges fluviales

Haies de contour vétiver

Fleuve

L'influence stabilisatrice du vétiver est spécialement utile sur les terrains raides et vallonnés au niveau desquels la répartition de l'humidité ne peut être contrôlée. De tels terrains inadaptés pour les cultures de céréales ou autres plantes saisonnières peuvent servir avec succès à planter des arbres vivaces au niveau des contours après avoir été stabilisés par le vétiver. La plupart des tentatives d'implantation d'arbres sur les flancs raides des collines sont abandonnées car les bosquets médiocres de tailles inégales qui en résultent ne justifient pas les coûts de maintenance. Les **figures 35-37** montrent une méthode de fixation d'arbres sur de telles collines en utilisant des haies de contour vétiver. D'abord on délimite les contours de la colline à l'aide de piquets. Ensuite, à la main ou à l'aide d'un bulldozer et d'un scarificateur, le paysan creuse des fossés de dérivation en forme de V le long des lignes de contour. Une rangée d'arbres est alors plantée à proximité du rebord de chaque fossé et ensuite on plante le vétiver dans ces mêmes fossés (**Figures 35 et 36**). Avec ce mode de plantation l'écoulement entre une rangée d'arbres et la suivante est capté dans les fossés creusés le long des lignes de vétiver et cela jusqu'en bas de la pente. (Généralement il y a suffisamment de systèmes de fossés sur les pentes pour prévenir les éventuelles saturations du sol par l'eau). Grâce aux effets d'une telle moisson d'eau, les rangées d'arbres n'ont pas besoin d'être plantées très serrées à l'image des arbres au sein d'une même rangée. Au départ, le fossé en forme de V constitue une mesure de contrôle des écoulements en augmentant ainsi les quantités d'humidité contenues dans le sol qui profiteront à la fois au vétiver et aux arbres plantés. Avec le temps, le fossé s'effondrera au bout de deux ans, la haie de vétiver se sera fixée et aura commencé à assumer ses fonctions d'accroissement de l'infiltration de l'écoulement, d'interruption des pertes de sols et d'éléments nutritifs et de création de terrasses naturelles.

Figure 35. Nourrir les arbres

Arbre fruitier

Le vétiver

Fossé en V

Figure 36. Stabilisation des arbres plantés

Arbres fruitiers
Haies de contour de vétiver

Etant donné que la collecte d'eau dans les fossés de contour a pour effet le doublement ou le triplement de la quantité d'eau de pluie réellement tombée, les arbres fruitiers plantés de cette façon-là ne requièrent pas d'irrigation les trois premières années de leur fixation. Le système dans son ensemble est stabilisé par les rangées de vétiver.

Après la fixation effective des haies de vétiver, le vétiver peut être coupé à ras du sol pendant la saison sèche et ses feuilles peuvent être utilisées comme paillis au niveau de la base des arbres fruitiers pour aider à retenir l'humidité emmagasinée (Figure 37). L'avantage que procure l'utilisation du vétiver à cette fin est que ses feuilles abritent peu d'insectes et durent longtemps en tant que paillis. Les haies de vétiver protègent également les jeunes arbres pendant les mois chauds de l'été en leur fournissant de l'ombre de façon indirecte et pendant les mois froids de l'hiver en jouant le rôle de brise-vent. Les arbres forestiers devraient être plantés de la même manière. Dans les endroits où cela a été pratiqué, les résultats furent spectaculaires : plus de 90 pour cent des semences plantées avaient survécu à la sécheresse de 1987 d'Andhra Pradesh, en Inde, tandis que 70 pour cent des autres semences furent détruites.

Figure 37. Le vétiver en tant que paillis

Arbres fruitiers
Paillis
Haie de contour de vétiver rasée pour servir de paillis

Dans les montagnes de l'Himalaya, où l'agriculture se pratique sur des terrasses, le vétiver est maintenant utilisé pour stabiliser les murs qui furent dressés depuis des siècles. Sans une sorte de support végétal, ces structures anciennes exigeraient un entretien permanent. Si l'une des terrasses s'effondre durant un violent orage, les autres terrasses le long de la pente subissent également des dégâts considérables à cause de l'effet domino. La **figure 38**, qui décrit un système de terrasses typiques sur les collines, montre le genre de dégâts fréquemment subis. Afin de permettre l'écoulement entre les pierres, les murs de soutènement de la maçonnerie ne sont pas reliés par du béton. Si les murs étaient solides, au lieu de voir une petite section se détacher, ce serait le mur dans son ensemble qui s'effondrerait et provoquerait un glissement de terrain pouvant détruire toute l'exploitation. Bien que ces terrasses aient réalisé un travail magnifique au fil des années, elles paient un fort tribut sous forme de pertes de récoltes exigeant des travaux difficiles de réparation.

Figure 38. Terrasses en maçonnerie

Murs de soutènement
Brisés sous l'effet de l'écoulement

Lorsque le système de stabilisation du vétiver fut expliqué aux paysans des collines, ces derniers voulurent en planter dans le plus grand nombre d'endroits possibles. Dans un projet de la Banque Mondiale qui fut lancé en 1986, le vétiver fut planté le long des rebords des terrasses pendant les saisons pluvieuses dans l'espoir que son puissant système racinaire renforcerait les murs de soutènement.

La figure 39 montre à quoi devraient ressembler les terrasses une fois protégées par du vétiver. L'herbe n'est plantée qu'à l'extrémité du rebord de chaque terrasse, pour ne pas entraver le drainage essentiel entre les pierres. Selon les paysans, la cause principale des dégâts durant les orages violents est la tombée en cascade des eaux le long des pentes et au-

dessus des terrasses en maçonnerie, en particulier si par hasard l'eau se transformait en ruisseau. Une fois établies, les haies de vétiver devraient s'emparer de l'essentiel du pouvoir érosif de l'écoulement de même que protéger le rebord des terrasses. Comme le montre le gros plan de la **Figure 40**, les murs de soutènement sont vulnérables car ils sont composés de simples pierres empilées les unes sur les autres et mesurent habituellement 2 à 3 mètres de hauteur. Etant donné que son puissant système racinaire peut facilement pénétrer jusqu'à la fondation des murs de soutènement, le vétiver peut servir de protection à la paroi rocheuse dans son ensemble.

Figure 39. Protection des haies de maçonnerie

Haies de contour de vétiver

Figure 40. Gros plan

Haie de vétiver Plantes cultivées
Mur de soutènement Racines de vétiver

Dans un autre projet dans les montagnes de l'Himalaya, dans des régions où il n'existe pas de terrasses en maçonnerie pour stopper l'érosion en nappe massive, les lignes de contour de vétiver sont en phase d'établissement afin de déterminer si les terrasses naturelles qui se construisent derrière les haies formeront une base de terre stable pour produire du bois de chauffage et des plantes fourragères. Dans les provinces chinoises de Jiangxi et Fujian, les haies de vétiver sont utilisées pour protéger les rebords de terrasses d'agrumes et de thé. Le vétiver est également utilisé pour protéger les routes encaissées comme le montre la **figure 41**. Dans les Caraïbes, la plante est utilisée à grande échelle pour la stabilisation des accotements et empêche complètement l'érosion depuis des années. A St.Vincent, les populations l'utilisent pour délimiter les rebords extérieurs des pistes menant à leur demeure. La plante a montré une capacité remarquable à se développer dans pratiquement n'importe quel sol. A Andhra Pradesh en Inde, par exemple, elle fut observée en phase de croissance à la Station de Recherche sur les Plantes Médicinales et Aromatiques au sommet d'une colline pelée. Bien que les sols qui s'y trouvent soient squelettiques -des rochers de granite furent passés au bulldozer afin d'y créer une parcelle pour l'herbe- et qu'ils soient privés de l'essentiel des bienfaits des eaux de pluie (puisqu'ils sont situés au sommet de la colline) et qu'ils ne supportaient aucune autre forme de croissance à l'époque, le vétiver n'avait montré aucun signe de stress. Une plante qui est capable de pousser dans des conditions aussi difficiles devrait être en mesure d'accomplir un excellent travail de stabilisation dans presque n'importe quel endroit.

Figure 41. Protection des accotements

Haies de contour de vétiver
Route

L'utilisation du vétiver dans le développement des terres arides a récemment été expérimentée et il s'est révélé être une plante stabilisatrice de premier ordre. Dans la région sahélienne d'Afrique (dans l'état de Kano au Nigéria) ainsi qu'à Bharatpur dans le centre de l'Inde, dans des conditions extrêmes et permanentes d'incendie et de sécheresse, le *vetiveria nigriflora* et le *vetiveria zizanioides* ont survécu en tant que plante à résistance optimale pendant des siècles. Lorsqu'elle est plantée en tant qu'haie de contour sur des terres incultes –

la première étape consistant à stabiliser ces endroits-là – le v. zizanioides recueille les bienfaits de tout surplus d'écoulement et récolte la matière organique au moment de filtrer les eaux de ruissellement à travers ses haies. Etant donné que les pieds de collines de l'Himalaya indien sont géologiquement très jeunes, ils sont hautement érosifs; le fait donc de planter des haies de contour de vétiver autour de ces pentes puis ensuite à travers les vallées de courte érosion stabilisera ces endroits-là. Une bonde en maçonnerie au bout du système permet au limon de se consolider et de fournir à l'herbe une base de fixation (**Figure 42**). Le même procédé s'appliquerait aux ravins normaux comme le montre la **figure 43**. Une fois fixée, l'herbe arrangerait les ravins en terrasses.

Figure 42. Stabilisation des terres arides

Haies de contour de vétiver

Rigoles érodées

Bonde de rigole

Rigole principale

Figure 43. Stabilisation des rigoles

Haies de vétiver

Erosion par ravinement

L'utilisation du vétiver pour stabiliser les berges des rivières et les murs de canaux est une autre pratique recommandée. Lors d'une expérimentation en Tanzanie, sur la route de Dodoma, un ingénieur des travaux routiers avait utilisé du vétiver pour protéger le mur en aile d'un pont d'un côté du fleuve et avait construit le mur bajoyer habituel en béton de l'autre. Trente à quarante années plus tard, le mur en béton s'était effondré dans le fleuve et la berge qu'il protégeait s'était érodée. De l'autre côté, le vétiver retenait toujours à perfection la berge. La **figure 45** montre comment le vétiver peut être utilisé pour protéger les rives d'un canal d'irrigation principal.

Figure 44. Protection des ponts

Murs en aile de vétiver

Figure 45. Protection des canaux d'irrigation

Vétiver

Les aqueducs d'irrigation de contour, destinés à conduire l'eau du canal principal autour des contreforts de la colline aux biefs d'amonts d'une zone dominante, subissent l'envasement et l'érosion lorsqu'ils serpentent suivant les ondulations des pentes. Le problème type est illustré dans la partie supérieure de la **figure 46**: le conduit en béton est entaillé par l'érosion au point **A** et s'emplit de limon au point **B**. Pour venir à bout de ce problème, le vétiver devrait être planté parallèlement aux côtés supérieur et inférieur du conduit bétonné. Comme le montre la figure du bas, la haie supérieure empêchera le limon de se déposer dans le canal tandis que les haies inférieures empêcheront l'érosion et éviteront ainsi à la structure d'être minée par les ruisselets ou les rigoles.

Figure 46. Protection des aqueducs

Aqueduc

Haies de contour de vétiver

Une approche similaire peut être entreprise pour protéger les barrages. Les micro-barrages s'envasent à un rythme alarmant à travers le monde. Une fois envasés, ils ne sont plus d'aucune utilité – et dans la plupart des cas il n'y a plus d'autre site approprié pour accueillir un nouveau barrage. En plantant du vétiver autour des abords du barrage comme le montre l'illustration en haut de la **figure 47**, le limon transporté par l'écoulement provenant des collines environnantes sera piégé avant d'atteindre le barrage. Et les haies de vétiver plantées à travers les voies d'arrivée (A) des micro-barrages sur les rivières intermittentes protégeront les barrages de l'enlèvement. Avec le temps ces haies formeront des terrasses stables qui pourront servir pour les cultures ou pour l'arboriculture.

Dans l'**illustration du bas**, le vétiver a été planté sur les murs d'un barrage afin de les protéger contre l'érosion en ruisselets, un problème qui affecte un grand nombre de barrages en terre non protégés à travers le monde. Afin de détecter facilement les infiltrations le long des soubassements des murs des barrages et des digues des canaux, le vétiver devrait être planté dans ces régions-là.

Figure 47. Protection des barrages

Rangées de vétiver

Vétiver

Le vétiver a également une grande utilité dans la mise en valeur et la réhabilitation des terrains contaminés dont l'environnement est dégradé. Le vétiver a été utilisé avec succès dans la mise en valeur de sites miniers et de sites d'enfouissement de déchets ainsi que dans la réhabilitation de sols salins et acides. Son degré de tolérance élevé face aux conditions difficiles et à la pollution par les métaux lourds signifie que le vétiver peut s'établir dans des conditions extrêmement difficiles et qu'en tant que plante pionnière elle a la capacité d'améliorer les sites au point que les autres espèces peuvent après les coloniser librement.

Le traitement et la bio-réparation des eaux polluées - telles que les eaux de lessive provenant des enfouissements de déchets municipaux et les eaux usées des "feedlots" -, le contrôle de la croissance des algues dans les lacs fluviaux et le piégeage d'éléments agro-chimiques et de nutriments sont d'autres domaines dans lesquels le vétiver a prouvé son efficacité. Le vétiver a été en mesure de réduire à la fois le phosphore et l'azote dans les eaux polluées ce qui a eu pour conséquence l'abaissement des contenus de nutriments nécessaires à la croissance des algues non désirées. Il a également été en mesure de retirer les métaux lourds des eaux usées et de réduire les écoulements agro-chimiques provenant de l'agriculture en piégeant les sédiments contenus dans ces produits chimiques.

La polyvalence du vétiver permet également d'autres applications. La plante sert de litière de choix au bétail car elle absorbe l'urine et reste sèche plus longtemps. Enfin elle constitue un compost de qualité. Dans les pays où les vents sont violents, les haies de vétiver servent à merveille de brise-vent pour protéger les jeunes fruits et les arbres. L'herbe sert également de coupe-feu, de chaume pour les toits des maisons, des hangars et des abris et sert également de paillis aux arbres. L'herbe sert à tisser des paniers et les nervures médianes des feuilles ainsi que les tiges des fleurs produisent des balayettes de qualité.

Astuces de gestion

Dans la préface de la première édition nous avons demandé aux utilisateurs de nous transmettre leurs points de vue et de partager avec nous leurs expériences. Quelques unes des réponses que nous avons recueillies sont les suivantes :

Observations générales

- Les haies de vétiver qui ont bien pris ont pour conséquences heureuses une diminution de l'écoulement et une amélioration de la nappe phréatique. Les écoulements en saison sèche s'améliorent quand un système de haies pour la conservation de l'humidité "in situ" est mis en place.
- Dans la plupart des cas de pentes atteignant jusqu'à 5 pour cent d'inclinaison, environ 10 centimètres de limon sont déposés derrière les haies chaque année.
- En plus de son utilisation comme élément de conservation des sols et de l'humidité, le vétiver sert de fourrage, de chaume, de paillis, de litière à bétail, de brise-vent, de protection des accotements et de balayettes.
- Lorsque le drainage des cultures à flancs de collines est nécessaire - comme dans le cas des billons de tabacs sur une pente nivelée - les haies de vétiver servent de tampon superbe contre l'érosion si elles sont placées sur le contour à intervalles fixes au niveau de la colline.
- La plupart des racines des plantes de vétiver se développent verticalement et se ramifient jusqu'à une profondeur d'au moins trois mètres et sur une épaisseur de 0.3-0.4 m. Les autres racines se développeront à l'intérieur du champ et pourront atteindre 50 centimètres mais elles n'affecteront pas de façon significative la croissance des plantes dans une année normale et sous irrigation - probablement à cause de la forte teneur en humidité dans le sol due à la haie. Cependant pendant la sécheresse, le vétiver rentre en compétition avec les plantes alimentaires en vue de récupérer l'humidité contenue dans le sol sur un espace allant jusqu'à 1 m de la haie.
- Les haies de vétiver ont besoin d'environ trois ans pour bien s'établir dans des conditions pluviométriques faibles. Si les boutures de vétiver sont plantées tous les 10 à 15 centimètres, la haie se formera plus rapidement. Même dans les espaces vides l'érosion entre les plantes ne semble pas constituer un problème car les racines se rejoignent la première année pour former une barrière souterraine.
- Là où le vétiver est planté le long des rebords des terrasses, les terrasses s'inclinant à l'avant sont meilleures que les terrasses s'inclinant à l'arrière car la terrasse des canaux à l'arrière prélève moins d'eau d'écoulement. L'objectif final devrait être de pouvoir se passer du système de terrasses là où cela est possible et de pouvoir utiliser les haies de vétiver afin que la croûte superficielle puisse rester en place sans être perturbée.
- On a observé le développement du vétiver dans des conditions allant de 200 à 6000 millimètres de précipitations annuelles et à 2800 mètres (Ethiopie) au-dessus du niveau de la mer. Il parvient à survivre face à la neige et au gel et se développe dans la plupart des sols. Evidemment il se développe mieux lorsque le sol est humide et fertile mais même dans des conditions difficiles il parvient à se développer merveilleusement bien en comparaison avec les autres herbes.
- Dans beaucoup de pays le vétiver a été infecté par la maladie des taches brunes. Cependant, la maladie ne semble pas avoir d'effets néfastes sur sa croissance. Quelques cas de rouille noire ont été observés mais restent sans incidence majeure. En Inde, la rouille semble se limiter uniquement au vétiver et ne contamine pas les autres plantes. En Chine, le vétiver a été attaqué par les insectes térébrants mais dans la plupart des cas l'insecte meurt une fois qu'il s'introduit dans la tige. Les

exploitants agricoles ne sont en général pas concernés et ont tendance à réagir en sélectionnant des plantes plus résistantes aux insectes et aux maladies.

- En Inde, des résultats précoces obtenus sur les terres à luzerne et à coton indiquent que les écoulements d'eaux de pluie ont été réduits de 40 à 15 pour cent et que le limon quant à lui a été réduit de 25 à 6 tonnes à l'hectare (grâce à des haies de deux ans d'âge sur des pentes de deux pour cent). Le délai de flétrissement lors d'une expérimentation sur des terres à luzerne s'est accru, passant de sept à vingt jours lorsque des mesures de conservation de l'humidité "in situ" étaient mises en œuvre.
- En Chine, une technique intéressante qui fut observée concernait le tressage ou l'interpénétration des feuilles de vétiver et des tiges de plantes séparées voisines, pour créer une barrière provisoire jusqu'à l'établissement total de la haie.
- Le coût d'établissement des haies de vétiver dépend de la disponibilité et du coût des matériaux à planter. En Inde, le coût initial d'établissement d'une haie est estimé à \$8 tous les cents mètres, \$6 couvrant le prix des matériaux à planter et des autres intrants. Une fois que les matériaux vivants sous forme de haie seront disponibles dans le champ, le coût pour produire de nouvelles haies sera relativement bas – cela pourrait être aussi bas que \$2 pour cent mètres. Dans ces conditions-là, le retour sur l'investissement sera supérieur à cent pour cent. Lorsque les pentes possèdent moins de 5 pour cent d'inclinaison et que les haies sont espacées de 40 mètres, 250 mètres de haies à l'hectare seront nécessaires pour un coût variant entre \$5 et \$20 (voir tableau 2 à la fin de ce manuel).

Sélection des matériaux à planter

- **Toujours se servir de matériaux ayant fait leurs preuves : du vétiver de qualité exceptionnelle destiné à la vulgarisation est disponible dans pratiquement tous les pays sans coût financier en général. Pour vous aider à trouver du vétiver adéquat, veuillez contacter "Le Réseau Vétiver" ou un service agricole.**
- **Toujours privilégier les matériaux locaux : l'utilisation des matériaux locaux permet non seulement d'économiser les frais d'expédition et de mise en quarantaine mais permet également d'éviter largement les risques d'introduction de nouveaux insectes ou de nouvelles maladies (souvent invisibles à l'œil nu).**
- **Toujours éviter les matériaux inconnus : si vous devez utiliser du matériel inconnu alors faites de sorte d'obtenir les espèces et le type adéquats – à savoir des racines dressées hautes, denses et à tallage élevé, profondes et stériles. Faire croître les plantes dans une pépinière afin d'en assurer la qualité et demander des conseils avant de se lancer dans leur multiplication à grande échelle.**
- **Détruire les matériaux qui montent en graine : sacrifiez vos plantes si elles déversent des graines viables. Les plantes qui montent en graine ne donnent pas de résultats performants au niveau des haies et déclenchent des critiques.**

Etablissement de pépinières

- Les rigoles constituent de bonnes pépinières très simples à cause de leur humidité permanente et leur conditions adéquates pour une bonne croissance.

- Les boutures de tiges et de racines qui se développent dans du plastique peuvent être un moyen peu onéreux de multiplication végétative.
- En vue d'un tallage optimal, les pépinières devraient être fertilisées (150 grammes d'azote par hectare) et irriguées (en particulier dans les zones sèches).
- **En vue d'une fixation et d'une croissance plus rapides il est nécessaire d'utiliser des engrais N et P. Néanmoins, avec un pH peu élevé et dans des conditions de contamination, le P sera plus important que le N.**
- Les meilleures pépinières semblent se situer sur les sols argileux ou sablonneux-argileux sur lesquels le drainage est convenable et où il est facile de déterrer les plantes et de les repiquer. On a remarqué d'excellentes pépinières (quand elles sont bien arrosées) dans les régions sablonneuses à proximité des fleuves pérennes.

Etablissement des plantes dans les champs

- A condition que le vétiver soit planté lorsque le sol est humide il pourra survivre à une longue période de sécheresse.
- Dans les petites exploitations et dans les champs où le terrain est rare et où les exploitants ne plantent à travers leurs champs qu'à contre cœur, le vétiver devrait être planté sur les limites du champ.
- Sur les terres non arables qui sont sévèrement érodées, le vétiver devrait d'abord être planté dans les rigoles et aux alentours des têtes de rigoles. Les matériaux provenant des rigoles peuvent alors être plantés à travers les pentes les années suivantes.
- Comblir les trous est essentiel et devrait se faire au début de la saison des pluies. La possibilité de procéder au marcottage des tiges vivantes à travers les trous devrait être essayée comme mesure de comblement de trous.
- Afin d'encourager le tallage et l'épaississement des haies, l'herbe devrait être élaguée à hauteur de 30 à 50 centimètres après la première année. L'élagage la première année ne semble pas avoir un impact additionnel sur le tallage.
- L'infestation par les fourmis blanches (attaque des matériaux morts) peut être contrôlée en appliquant 1 kilogramme de BHC tous les 150 mètres de rangée de haie.
- Une fois que la haie est établie (un mois après avoir été plantée), le creusement d'un petit sillon juste derrière la haie de vétiver aidera à capter les eaux de ruissellement et aboutira à une meilleure croissance de la plante.

Noms communs du vétiver

Chine : Xiang-Geng-chao

Ethiopie :

Amharique : Yesero mekelakeva

Ghana : Kulikarili

Inde :

Hindi : Bala, Balah, Bena

Ganhar : Khas, Onei, Panni

Urdu : Khas

Bengali : Khas-Khas

Gujarati: Valo

Marathi: Vala Khas-Khas

Mundari: Birnijono, Sirum, Sirumjon

Oudh: Tin

Punjabi: Panni

Sadani: Birni

Santali : Sirom

Telugu : Avurugaddiveru, Kuruveeru
Lamajjakamuveru, Vettiveeru,
Vidavaliveru

Tamoul : Ilamichamver, Vettiver, Vilhaver, Viranam

Kannada: Vettiveeru, Laamanche, Kaadu, Karidappasajje hallu

Mysore : Ramaccham, Ramachehamver,
Vettiveru

Indonésie : Aga wangi, Larasetu, Larawestu, Raraweatu

Sundanais : Janur, Narawastu, Usar

Iran

Persan: Bikhiwala, Khas

Amérique latine:

Espagnol: Pasto Vetiver, Zacate
Vetiver, Zacate Valeriana,
Zacate Violeta, Tiva,
Capia, Mora

Malaisie: Nara wastu, Nara setu, Naga setu,
Akar wangi (racine odorante),
Rumput wangi (herbe odorante),

Nigéria:

Hausa: Jema

Peulh: So'dornde, So'mayo, Chor,dor,de,
Ngongonari, Zemako

Philippines: Ilib, Mora, Moras, Moro, Muda
Narawasta, Raiz de moras,
Rimodas, Rimora, Rimoras,
Tres-moras, Vetiver, Amoor,

Amoras, Anias de moras, Giron

Sahel

Bambara : Babin, Ngogon, Ngoko ba
Songhai: Diri
Peulh: Kieli, Dimi, Pallol
Sarakolle : Kamare
Mossi : Roudoum
Gurma : Kulkadere

Sénégal

Wolof : Sep, Tiep
Fulani: Toul
Tukulor: Semban

Sierra Léone

Mende: Pindi
Susu: Barewali
Temne : An-wunga ro-gban

Sri Lanka

Cinghalais: Saivandera, Savandramul

Thailande: Faeg

Tableau 1. Pente, parcours et intervalle vertical

Pente		Déclivité	Parcours (a) (mètres)
Degrés	Pourcentage		
1	1.7	1 pouce 57.3	57.3
2	3.5	1 " 28.6	28.7
3	5.3	1 " 19.1	19.1
4	7.0	1 " 14.3	14.3
5	8.8	1 " 11.4	11.5
6	10.5	1 " 9.5	9.6
7	12.3	1 " 8.1	8.2
8	14.0	1 " 7.1	7.2
9	16.0	1 " 6.3	6.4
10	17.6	1 " 5.7	5.8
11	19.4	1 " 5.1	5.2
12	21.3	1 " 4.7	4.8
13	23.1	1 " 4.3	4.5
14	25.0	1 " 4.0	4.1
15	27.0	1 " 3.7	4.0
16	28.7	1 " 3.5	3.6
17	30.6	1 " 3.3	3.4
18	32.5	1 " 3.1	3.2
19	34.4	1 " 3.0	3.1
20	36.4	1 " 2.8	3.0
21	38.4	1 " 2.6	2.8
22	40.4	1 " 2.5	2.7
23	42.5	1 " 2.4	2.6
24	44.5	1 " 2.3	2.5
25	46.6	1 " 2.1	2.4
26	48.8	1 " 2.0	2.3
27	51.0	1 " 2.0	2.2
28	53.2	1 " 1.9	2.1
29	55.4	1 " 1.8	2.1
30	57.7	1 " 1.7	2.0
31	60.1	1 " 1.7	2.0
32	62.5	1 " 1.6	1.9
33	65.0	1 " 1.5	1.8

34	67.5	1	‘	1.5	1.8
35	70.0	1	‘	1.4	1.7
36	72.7	1	‘	1.4	1.7
37	75.4	1	‘	1.3	1.7
38	78.1	1	‘	1.3	1.6
39	80.1	1	‘	1.2	1.6
40	84.0	1	‘	1.2	1.6
41	87.0	1	‘	1.2	1.5
42	90.0	1	‘	1.1	1.5
43	93.3	1	‘	1.1	1.5
44	96.6	1	‘	1.0	1.4
45	100.0	1	‘	1.0	1.4

a. Les chiffres du parcours sont basés sur un intervalle vertical (VI) d'un mètre. Pour utiliser ce tableau, multiplier le parcours par VI : par exemple, avec un VI de 2 mètres sur une pente de 70 pour cent, la distance entre deux barrières végétales = $2 \times 1.7 = 3.4$ mètres.

Tableau 2. Coût du traitement du terrain avec des haies de contour de vétiver par la classification de la pente et le coût de la main-d'œuvre (\$ US par hectare)

Pente (%)	Coût de main-d'œuvre quotidien					
	\$0.50	\$1.00	\$1.50	\$2.00	\$2.50	\$3.00
0-1	2.43	3.44	4.45	5.46	6.47	7.48
1-2	7.29	10.32	13.35	13.38	19.40	22.43
2-5	17.02	24.02	31.15	38.21	45.28	52.34
5-10	36.46	51.60	66.74	81.88	97.02	112.17
10-15	60.77	86.00	111.24	136.47	161.71	186.94
15-20	85.08	120.40	155.73	191.06	226.39	261.72
20-30	121.54	172.01	222.48	272.95	323.42	373.89
30-40	170.15	240.81	311.47	382.12	452.78	523.44
40-50	218.77	309.61	400.46	491.30	582.15	672.99
50-60	267.38	378.41	489.45	600.48	711.51	822.55
60-70	316.00	447.22	578.44	709.66	840.88	972.10
70-80	364.61	516.02	667.43	818.84	970.25	1121.66
80-90	413.22	584.82	756.42	928.02	1099.61	1271.21
90-100	461.84	653.62	845.41	1037.19	1228.98	1420.77

Remarque: Les chiffres sont basés sur un intervalle vertical de 2 mètres

L'impression de ce document a été rendue possible grâce à l'appui du Ministère Danois des Affaires Etrangères, Danida. au "Réseau Vétiver".

The Vetiver Network
3601 N. 14th Street
Arlington, Virginia 22201
USA
Telephone: (001) 703-525-7092
Fax: (001) 703-243-6203
Email : vetiver@vetiver.org
Homepage : www.vetiver.org

Le "Réseau Vétiver" est une organisation américaine à but non lucratif exonérée d'impôts et de taxes (code US IRS 501 (3)(c)) ayant pour but la promotion à l'échelle mondiale du Système Vétiver.