

LE SYSTÈME VETIVER



**GESTION DURABLE
DE L'ENVIRONNEMENT
NATUREL**

LE SYSTÈME VETIVER GESTION DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL

2010

MANUEL TECHNIQUE

Mis à jour par
L'USAID/Haïti
Projet WINNER

Photo de couverture: Bassin versant protégé par des haies de Vetiver, Fondation

Avant Propos

Ce manuel technique est inspiré et en grande partie repris d'un « handbook » élaboré par John Greenfield de la Banque Mondiale et publié dans sa première édition en 1987 intitulé "Vetiver A Hedge Against Erosion". En 2000, le document en est déjà à sa 5^{ème} édition. La présente adaptation est orientée particulièrement sur les problèmes environnementaux de base qu'Haïti essaie de résoudre depuis des décennies. Il s'agit de la disparition de ses terres arables et des dégâts croissants causés par le ruissellement des eaux de plus en plus abondantes qu'autrefois infiltraient les collines et les champs agricoles et qui sortaient par des sources d'eau fraîches et des rivières d'eau claire.

Ce manuel a un double objectif:

- Fournir une description simple de ce que constitue le Système Vétiver et pourquoi le Vetiver est inscrit dans le cadre des activités du projet WINNER.
- Permettre aux lecteurs (vulgarisateurs, agriculteurs, ingénieurs, responsables d'association et autres) de suivre les applications du Système Vetiver qui vous sont les plus utiles.

Notez que l'explication du texte se trouve sur la page gauche et des dessins explicatifs sont sur la page de droite. En vue d'utiliser ce format en tant qu'outil de formation, celui ou celle qui veut multiplier une page ou une application particulière peut les photocopier et les remettre au participants futurs utilisateurs du Système Vetiver. Le manuel est structuré de manière à permettre à l'utilisateur de s'informer sur un ou plusieurs niveaux du Système Vetiver sans devoir lire tout ce qui est présenté en amont.

Un troisième objectif est lié à un défi:

Dans le passé, Haïti et les Haïtiens ont été des innovateurs et des créateurs qui ont démontré toutes formes de prouesses techniques, de la Citadelle à des formes sculptées et architecturales uniques. De la même manière, le Système Vétiver a été développé et amélioré au fil des années dans différents pays par les in-

novateurs qui l'ont poussé à de nouvelles applications technologiques. Il y a 2530 ans, le Vetiver était connu principalement pour contrôler l'érosion et produire de l'huile essentielle. Aujourd'hui le Vetiver est connu dans une centaine de pays pour plus de trente différentes utilisations. Parmi ceux-ci: la vérification de ses propriétés antinématodes, antimites et antitermites (qui est breveté); la plante est également reconnue comme des plus efficaces pour traiter les eaux usées et absorber les métaux lourds provenant des terrains contaminés, comme un aliment de bétail et de poissons en exploitations piscicoles et plus récemment en tant que biofuel, dont ses feuilles séchées et comprimées sont utilisées pour fabriquer des briquettes destinées aux foyers de cuisson améliorés. Au moment de la préparation de ce manuel, l'auteur a été témoin de l'utilisation de briquettes similaire à celles en Vetiver (et d'une cuisson améliorée pour la pyrolyse), fabriquées localement en Haïti utilisant un simple bidon de peinture et une grande boîte de conserve vide.

Avec ce manuel technique, le défi pour les Haïtiens est de développer, tester et prouver deux nouvelles utilisations novatrices de Vetiver qui soient viables, durables et génératrices de revenus.

Le Défi Vetiver du projet WINNER est un concours: les postulants seront jugés et les prix en espèces seront déterminés par WINNER six mois avant la clôture du programme.

Nous sommes intéressés par vos commentaires et questions et vous demandons de contacter le responsable Conservation du Sol au projet WINNER concernant les questions que vous avez concernant le Système Vétiver. Dans la mesure du possible, vos questions peuvent être soumises par l'intermédiaire des Directeurs des Centres Ruraux de Développement Durable (CRDDs) du projet USAID/WINNER de Kenskoff, Gonaïves, Cabaret/Arcahaie, Croix des Bouquets et Mirebalais/Saut d'Eau.

Préface

Le problème de l'érosion des sols et des eaux est encore plus important aujourd'hui qu'il ne l'a été dans les années '80. Il y a aujourd'hui plus d'exploitants agricoles mais moins de terrains agricoles et davantage de travaux de construction qui montent de plus en plus dans les collines. 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. Les quantités ainsi que la qualité de l'eau sont en nette diminution et pourtant rares sont les personnes qui voient comment venir à bout du problème.

En ce qui nous concerne, nous avons une solution qui pourrait grandement aider à résoudre ces problèmes à condition d'en faire bon usage: il s'agit des rangées de haie de Vetiver bien établies en suivant les quelques consignes, règles d'art que vous trouverez dans ce manuel. Les haies de Vetiver sont peu onéreuses, efficaces et faciles à installer. 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.

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

Nous espérons qu'avec la publication de la version révisée, et en Français, ainsi que celle d'autres outils disséminés par un nombre de réseaux au niveau national et régional, le Système Vetiver sera utilisé à une plus grande échelle.

Des informations réactualisées sont disponibles sur le site web des "Réseaux Vetiver" à www.vetiver.org; <http://picasaweb.google.com/VetiverNetwork>, <http://>

vetivernetinternationa.blogspot.com ainsi que sur
<http://haitireconstruction.ning.org>.

Nous souhaitons pouvoir accueillir parmi les réseaux
nationales, bientôt un “Haïti Vetiver Network”.

Dick Grimshaw

Président du Conseil The Vetiver Network Interna-
tional (TVNI)

Avril 2010

Table des matières

Avant Propos	i
Préface	iii
Introduction	2
L'érosion en nappe	4
Culture sous pluie	8
Vetiver; Info sur la plante	16
Les haies de contours végétales	18
Comment établir des haies de Vetiver	26
Conservation de l'humidité/Rétention Hydrique	34
Quels sont les caractéristiques du Vetiver?	38
Autres utilisations pratiques du Vetiver	40
Protection du nit et des berges de rivières	42
Augmentation de la production et la protection d'arbres fruitiers sur collines	44
Protection de terrassement	48
Stabilisation des rigoles et des ravins	52
Protection des infrastructures	54
Reboisement	62
Reboisement (suite)	64
Autres Applications du Vetiver	66
Établissement de pépinières	68
Comment on prépare la plante:	68
Installation de pépinières de Vetiver: Trois options	70
Établissement des plantes dans les champs	74
Tableau 1. Pente, parcours et intervalle Vertical	75
Astuces de gestion	77

Introduction

Des efforts ont été menés en Haïti et ailleurs pour résoudre les mêmes types de problèmes utilisant des murs de rétention en terre ou en pierre suivant les courbes à niveau pour ralentir le ruissellement et réduire l'érosion des sols. Mais ces méthodes de conservation des sols et de l'eau ont des risques élevés de rupture créant un drainage nonnaturel et des inondations coûteuses en vie et en matériaux qui détournent le plus souvent de grandes quantités d'eau hors des cultures et des bonnes terres.

L'alternative, démontrée et testée, consiste à utiliser de la végétation à la place de structures artificielles, pratique communément appelée Système Végétatif. L'un des meilleurs systèmes végétatifs de conservation qui est largement utilisé dans l'agriculture et de plus en plus dans les projets de génie rural (routes, canalisation, eau, reforestation autres projets d'infrastructure), avec un résultat impressionnant est le « Système Vétiver ».

Le Système Vétiver (VS) est une technologie du domaine public qui intègre les principes scientifiques de l'hydrologie, de la mécanique des sols et des processus naturels similaires pour gérer les sols et l'eau à l'échelle du paysage. Le système utilise la plante Vétiver (*Chrysopogon zizanioides*, avant nommé *Vetiveria zizanioides*) qui est nonfertile, non envahissante et dont les origines viennent du Sud de l'Inde.

Cette plante est cultivée depuis des millénaires et on trouve cette variété en Haïti dès les années 1920-30, cultivée pour son huile essentielle. Il n'existe pas d'autres variétés en Haïti. Plantés en lignes simples et généralement suivant la courbe de niveau (ou, « en travers » de la pente), les plants de Vétiver forment une haie qui ralentissent efficacement les cours d'eau de ruissellement, piègent les sédiments de terre arable et réduisent l'érosion des sols. Ses racines profondes maintiennent le sol en place; ses feuilles et tiges denses qui sont au niveau du sol piègent et limitent les flux de sédiments et le ruissellement provenant des pluies est détenu, laissant le temps de s'infiltrer dans le sol.

Le Système Vétiver est un moyen simple, pratique, peu coûteux, requérant peu d'entretien et efficace. Son application est de conserver les sols et l'eau en contrôlant la perte de sédiments et en stabilisant les talus et ravins, dans le but de recharger les eaux souterraines. Le Vetiver est utilisé dans un large éventail d'applications en bioingénierie. Une terre «vétivée» retient mieux l'humidité et la conserve plus longtemps en saison sèche, elle augmente de façon significative les rendements des cultures. Lorsque le Vetiver est appliqué sur un bassin versant, ceci réduit considérablement les risques d'inondations, d'érosion de sol et la perte de production agricole causée par des phénomènes météorologiques.

Lorsque John Greenfield composa ce livre la première fois, les responsables de la division à la Banque Mondiale étaient surtout concentrés sur la conservation des sols et de l'eau. Depuis, en raison de ses caractéristiques assez uniques, et à travers la recherche et la pratique, l'application du Vetiver a été étendue quasiment à toutes les régions exigeant la gestion des ressources naturelles liées à la terre.

Cette révision et adaptation du document original sont faites avec l'autorisation de John Greenfield.

L'érosion en nappe

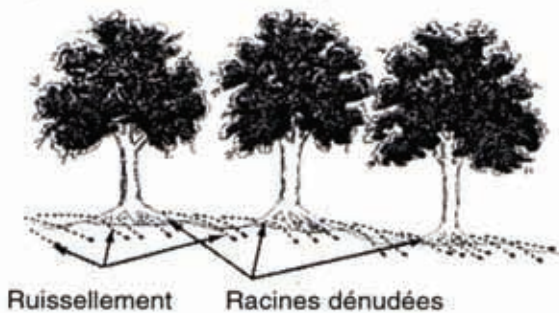
L'érosion en nappe est la plus dévastatrice des formes d'érosion, surtout parce qu'elle est peu reconnue et rarement traitée. Provoquée par la pluie, l'érosion en nappe comme le montre la **Figure 1**: collecte de sols derrière les obstructions sur une pente (une brique dans l'exemple **A**); roches 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 perceptibles dans les régions forestières privées de couche de terre arable de même que dans les champs ou dans les terrains dotés de quelques arbres seulement et où la perte de sols met à nu les racines des arbres (**Figure 2**). L'eau peut 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

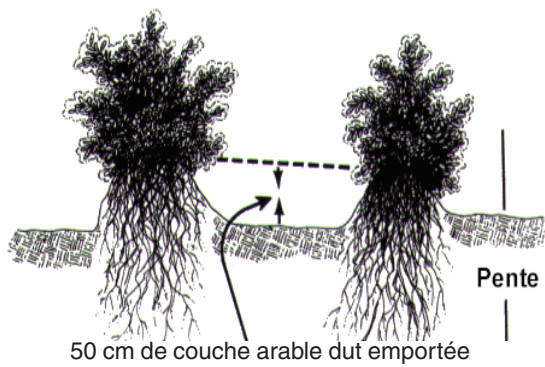


Saut d'Eau, Haïti

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 de bas niveau 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 plantées en haies suivant la courbe à niveau du terrain ralentissent l'écoulement, répandent l'eau sur le champs, affaiblissent sa force érosif et la laisse déposer sa charge de sol riche derrière les lignes des plantes haies. Par conséquent l'écoulement se poursuit lentement vers le bas de la pente et lorsque les haies sont plantées à Intervalle Vertical (IV) convenable (voir figure **20 et 20b**), il ne se produit plus d'érosion additionnelle.

La quantité de sol perdu par voie d'érosion en nappe est alarmante. La **figure 3** qui décrit deux plantes (ses arbustes pourraient être des légumes) 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



Culture sous pluie

La méthode traditionnelle de culture sous pluie, telle qu'on la trouve en Haïti et ailleurs, est appliquée selon la pente en la remontant et en la descendant (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 pourcent 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 est rapide et davantage érosif. L'utilisation des eaux de pluie est donc moindre car l'eau n'a pas l'occasion de pouvoir s'infiltrer sur le champ. En labourant le long de la pente, le paysan, comme le montre la **figure 4**, encourage sans le savoir les eaux de pluie à quitter son champ.

La **figure 5** illustre la méthode défendue dans ce manuel – à savoir **l'utilisation des haies végétales suivant les courbes à niveaux** 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 créent des terrasses naturellement aussi longtemps qu'il y a de l'érosion. Contrairement aux sillons de plantation présentés à la **figure 4**, ceux que l'on trouve au niveau **A** dans la **figure 5** suivent les courbes du champ comme indiqué par les haies végétales (**B**).

Figure 4. Culture traditionnelle sous pluie

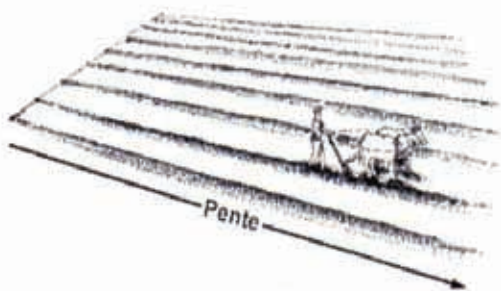
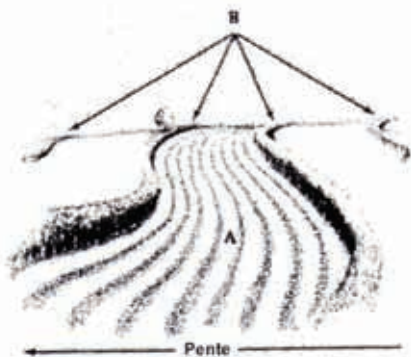


Figure 5. Culture par voie de haies de contour végétales



La construction d'une diguette ou monticules suivant la courbe à niveau a ralenti l'érosion dans le monde entier depuis les années 1930. Cependant cette méthode de conservation de la terre crée un système nonnaturel de drainage et n'est plus considérée comme étant appropriée pour les petits exploitants. La diguette dans la **figure 6** a été construite avec de la terre arable prise du point **A**, qui de ce fait fut transformée en un canal pour évacuer latéralement les eaux de ruissellement (**illustration du haut**). Cependant la diguette est faite à partir du même sol qu'elle est supposée protéger et étant donné que la construction rend la pente plus raide, la diguette risque à la longue de s'éroder et fondre (**illustration du bas**). Par conséquent elle devra être refaite à un coût élevé en main d'oeuvre par le paysan. En outre, afin de collecter suffisamment de sol pour construire la digue et la rigole se trouvant dans la **figure 6**, une bande de deux mètres de large devra être retirée de la production sur toute l'étendue de la digue. Cela représente une perte considérable de terre agricole.

La **figure 7** montre la méthode nonnaturelle de drainage des eaux de pluie du sol par ce système. Tout le ruissellement est conduit sur les côtés, créant un cours d'eau qui devient des petits ravins et qu'aucun exploitant ou exploitante ne voudrait voir couler dans son parcelle. Ce système rend les zones en dessous des haies trop sèches et les environs de la rigole trop humides pour atteindre un rendement agricole optimal.

Figure 6. Méthode construite de conservation des sols

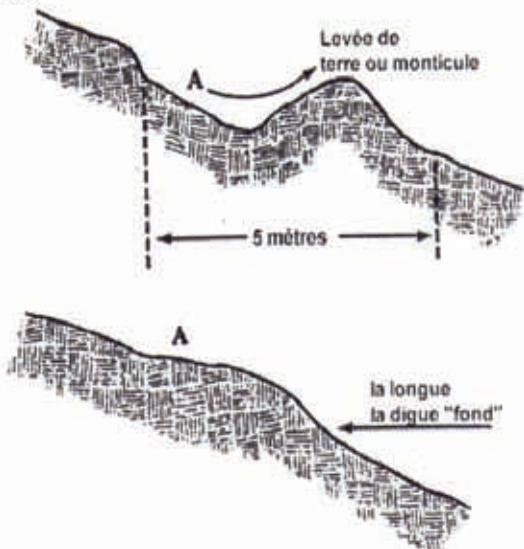
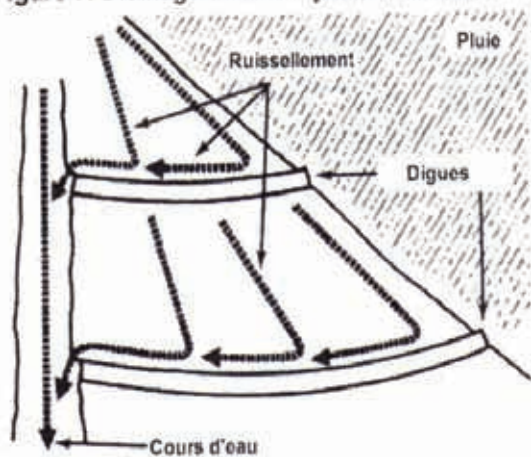


Figure 7. Drainage sous un système construit

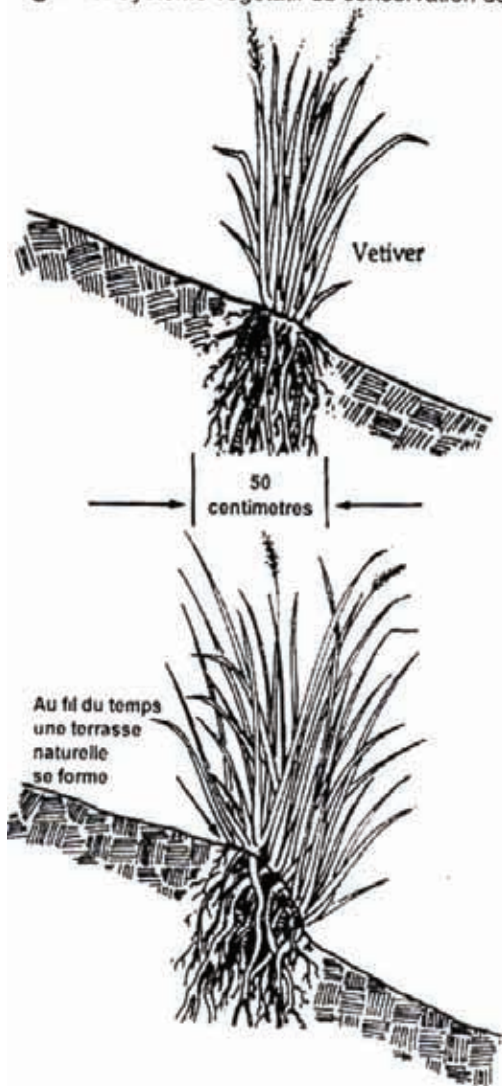


La méthode végétative de conservation des sols et d'une rétention hydrique, par contre, utilise la nature pour se protéger elle-même. Dans le système que nous démontrons dans ce manuel à l'aide du Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), avant nommé *Vetiveria zizanioides*), une bande de cinquante centimètres seulement c'est-à-dire un tiers de la terre occupée par les diguettes ou les monticules est retirée de la production (**Figure 8, illustration du haut**). Du fait que les divisions racinaires des plantes ou boutures sont plantées sur un seul sillon creusé, très peu de sols sont perturbés. Alors que les diguettes doivent être réalisées à la main (ou peut-être avec tracteur), 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 : en haut, le vetiver au temps de la plantation ; en bas, une ligne/haie de vetiver coupée en transversal après 12 années de croissance. L'écoulement dépose sa charge de sol arable piégé par les feuilles raides qui laisse l'eau couler, tout en ralentissant, et en créant une terrasse naturelle, permettant une bonne récolte et une infiltration des eaux de pluie. La profondeur et la masse de la racine de vetiver (pivotante) aide à une meilleure rétention hydrique de la zone protégée (que ce soit une berge de rivière ou une zone de protection. Dans ces cas, la végétation ou la plantation en bénéficiera. 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.

Lorsque l'écoulement atteint les haies végétales, il ralentit, se répand, dépose sa charge limoneuse et passe

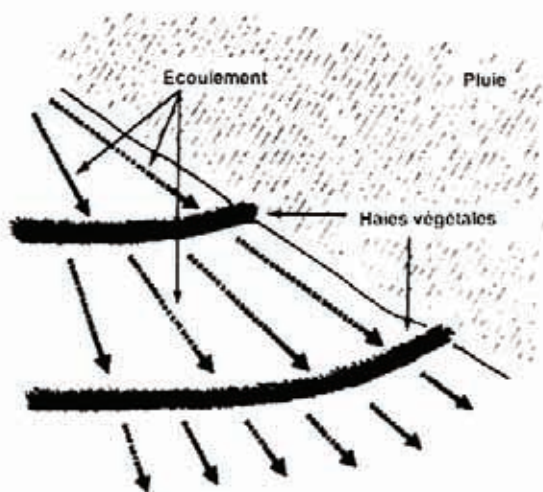
Figure 8. Système végétatif de conservation des sols



plus lentement travers les rangées de haies. Et en chemin une grande partie de l'eau s'infiltré dans la terre, la permettant une meilleur rétention hydrique. (**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 demande aucune technique agricole poussée, les exploitants peuvent accomplir tout le travail par leurs propres moyens. En Haïti, beaucoup de paysans entourent une partie de leurs périmètres agricoles de plants de Vetiver. Très souvent, les plants de Vetiver sont plantés le long d'un coté mais vertical à la pente. Ils seraient plus utile horizontal à la pente, où ils retiendraient les sols arables et réduiraient les ruisselements dans les parcelles du voisin en sous. Pour préserver l'étoitesse des haies, les paysans labourent simplement le long des lignes de vetiver. Les haies resteront en très bon état et donneraient une protection permanente contre l'érosion.

Figure 9. Drainage sous système végétal



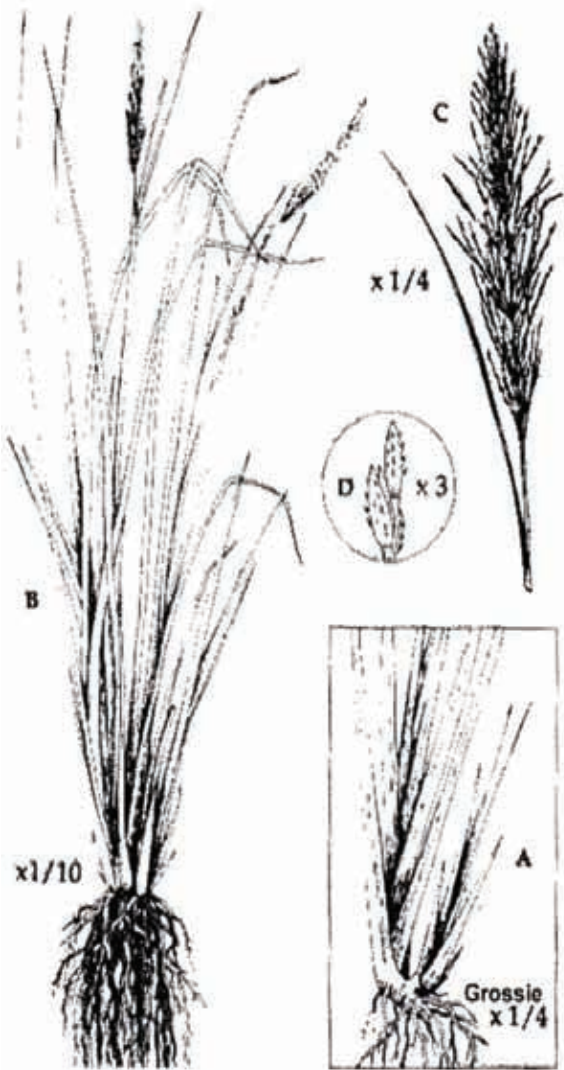
Vetiver; Info sur la plante

Des dix espèces d'herbes vivaces dures que l'on trouve sous les tropiques et appartenant au genre *Andropogon*, *Vetiveria zizanioides* (reclassifiée *Chrysopogon zizanioides* L. Roberty) s'est avérée idéale pour les procédés de conservation du sol et de l'humidité.

V.zizanioides (L) Nash (2n = 20) Khus; le Vetiver, une herbe vivace touffue, sans barbes, rêche et glabre est un "reproducteur timide" considéré nonfertile en dehors de son habitat naturel de marécages. Il est dépourvu de rhizomes et de stolons; est multiplié par éclat de souches 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 1m de longueur et 8 mm maximum de largeur. La 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 une sensille quelque peu aplati latéralement avec des épines courtes et coupantes. Il est pourvu d'une 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 (jusqu'à six mois). Il possède un éventail exceptionnellement large de pH de 3.4 à 10.5, 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 élevés de 60°.

Le *C.zizanioides* ne produit pas de graines pouvant germer dans des conditions ambiantes normales. Le *C. nigritana* (l'espèce africaine) produit des graines. mais celles-ci sont très rarement fertiles, par contre les jeunes plants sont facilement contrôlés.



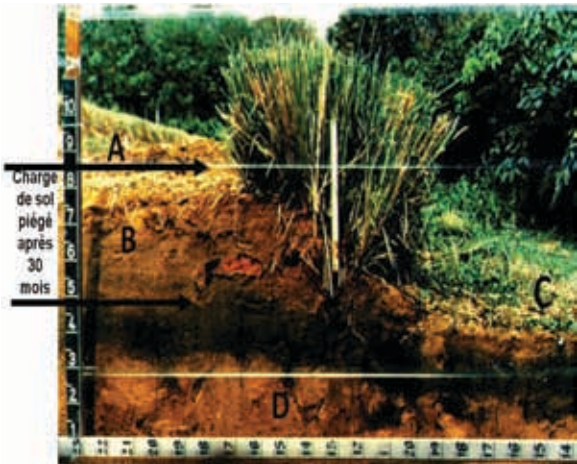
Vetiveria zizanioides

Les haies de contours végétales

La **figure 10** présente une section transversale d'une haie végétale perpendiculaire à la pente. Les feuilles et les tiges du Vetiver ralentissent l'écoulement à charge de terre arable au niveau **A** et les faites déposer devant la plante au niveau **B** tandis que l'eau de pluie est ralenti par la masse des feuilles en descendant la pente. Le système racinaire spongieux de la plante illustré au niveau **D** fixe les couches de sol jusqu'à une profondeur atteignant 23 mètres. La haie a démarrée avec une plantule au niveau du piquet blanc.

En formant un dense rideau souterrain qui longe la courbe à niveau du terrain, les racines empêchent les formations de ruisselets, de rigoles et les effets tunnels. La forte huile aromatique qu'elles contiennent rende l'herbe insipide auprès des rongeurs et autres insectes (antinématodes, antitermites et antibactérie); 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 sauvage, les rangées de haies les empêchent d'entrer dans le champ. Selon certain paysans en Inde, les feuilles coupantes et raides de la plante éloignent également les serpents. Ceci est à confirmer en Haïti.

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 en Haïti si elles sont plantées juste avant les pluies, il faut compter généralement deux à trois saisons d'exploitation pour établir une haie bien dense pour résister aux pluies torrentielles et protéger le sol. Durant les deux premières saisons et parfois la troisième, les plantes ont besoin d'un certain entretien (désherbage, taille) et chaque espace au delà de 10cm dans les rangées doit être comblé avec de nouvelles plantes. (Durant les deux premières saisons l'on devrait voir facilement le limon piégé en amont des plantes, un phénomène que les encadreurs devraient faire remarquer au moment d'expliquer le système aux paysans). Bien que les monticules utilisés dans la méthode conventionnelle de conservation des sols soient efficaces dans l'immédiat, ils se brisent avec le temps et s'effondrent fréquemment pendant des violentes averses. Une fois la haie fixée, le monticule reste stable et ne requiert aucun entretien supplémentaire si ce n'est un élagage au moins une fois par an.

L'élagage des haies à une hauteur de 30 à 50cm les empêche de monter en graine, les rend plus épaisses et par conséquent augmente leur efficacité dans le filtrage de l'écoulement. Dans certains villages, les paysans taillent leurs haies de Vetiver toutes les deux semaines et nourrissent leur bétail avec des jeunes feuilles sapides. Par conséquent ils sont assurés d'avoir des provisions fourragères presque tout au long de l'année.

Figure 11. Système végétatif



Saut d'Eau : Protection d'un ravin

Haie bien établie
et entretenue d'1
½ an

Il faut ajouter des
plants là où il y a
des trous (haie de
mois)



Il est possible que beaucoup d'encadreurs ne comprennent pas exactement ce que l'on entend par "courbe à niveau". La **figure 12** illustre un malentendu comme quoi un sillon creusé le long d'une "pente principale" suit actuellement la courbe à niveau. Malheureusement ce n'est pas le cas. Une vraie courbe à niveau doit englober toutes les pentes, majeures ou mineures, il s'agit d'une ligne égale d'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. On retrouve une bonne courbe à niveau pour l'installation du vetiver pour la protection d'un talus; zone du Bassin Magnan aux Gonaives.

Figure 12. Faux contour

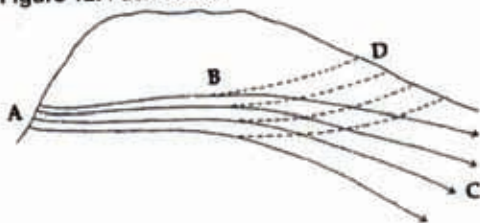
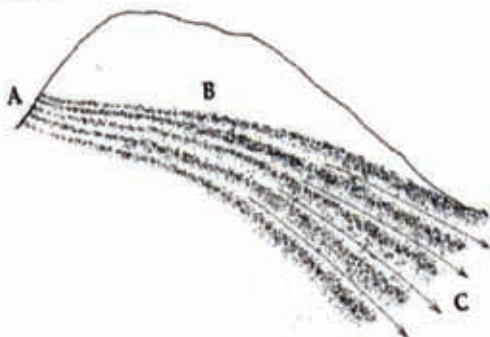


Figure 13. Vrai contour



Grâce à ses haies de Vetiver suivant la courbe à niveau et donc perpendiculaire à la pente, le paysan A obtient d'excellentes récoltes (**Figure 14**). Étant 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 une croissance. Ce paysan A obtiendra des rendements élevés.

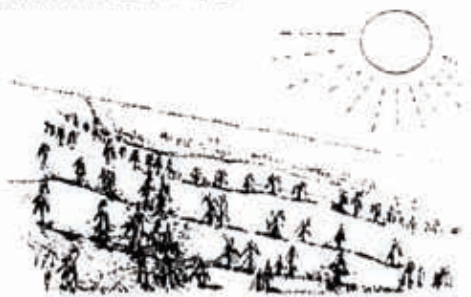
Le paysan **B** (**Figure 15**) est un bon paysan mais il n'exerce pas son métier avec sagesse. En labourant du bas vers le haut, parallèle à la pente, il encourage les eaux de pluie à s'écouler en dehors de son champ en emportant le fumier et une couche irremplaçable de terre. Les eaux de pluie s'écoulent si vite qu'elles ne s'infiltrent pas dans le sol. Par conséquent, ses récoltes ne sont pas protégées pendant les périodes sèches. Il n'utilise pas des haies de Vetiver et obtient une récolte décevante (**Figure 15**). Sa récolte n'a pas totalement échoué mais les quelques endroits restants où il y avait des flaques d'eau sont en phase d'assèchement à cause du soleil. Seul 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**, avait utilisé les mêmes engrais, avait semé en même temps et ils ont eu 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% d'eau de pluie et une couche superficielle mesurant probablement un centimètre d'épaisseur. Tout cela du fait qu'il n'avait pas labouré suivant la courbe et n'avait pas utilisé les haies végétales pour se protéger contre l'érosion et retenir l'humidité provenant de la pluie.

Figure 19. La récolte du paysan A



Figure 28. La récolte du paysan B



Comment établir des haies de Vetiver

Les quelques pages suivantes fournissent des instructions sur la manière d'établir une haie de Vetiver. On fournit également des astuces concernant la façon de manipuler les boutures de Vetiver, la meilleure période pour les planter et ce à quoi l'on peut s'attendre une fois plantée. La première étape consiste à se procurer des boutures auprès d'une pépinière de Vetiver. Le Vetiver se trouve pratiquement dans toutes les régions d'Haïti ainsi que sur toute l'étendue des tropiques et des semitropiques. Il n'existe pas encore suffisamment de pépinière qui produisent et multiplient du Vetiver, mais la demande est en croissance.

Généralement, on commence avec un touffe.

Pour obtenir les meilleurs résultats, les divisions racinaires du Vetiver ou boutures devraient être plantées en double ou en triple rangées afin de pouvoir former des haies parallèles au lit du ruisseau. Pour pépinières, les rangées de Vetiver devraient être espacées de 30 à 40 centimètres. Pour enlever une touffe de Vetiver de la pépinière (**Figure 16, illustration (A)**), prendre soin de la déterrer à l'aide d'une bêche ou d'une houe. Le système racinaire est massif et trop puissant pour pouvoir être arraché à la main. Enlever une poignée de feuilles et de racines, laissant une partie de la plante originale en terre; elle redeviendra une plante multiplicatrice; (**B**) tailler les racines et les feuilles (voir page suivante) et diviser la touffe en 2 ou 3 parties; (**C**). Éclater les parties en petit groupes de 2 à 3 éclats là où le collier et les feuilles se séparent naturellement. Les éclats ensemble font une "bouture", ce qui est planter pour la multiplication où le repiquage.

Figure 25. Les partie de la plante à planter

A: Touffe déracinée



B: Diviser



C: 23 Éclater

Avant de transporter les boutures de la pépinière au champ prenez soin de tailler les feuilles de 20 à 25 centimètres (bonne taille d'une main) audessus du collier, et taillez les racines à 56 centimètres (largeur de 3 droits horizontale) en dessous du collier comme sur la **photo 17a**.

Cela améliorera la survie des boutures après le repiquage en réduisant le degré d'évapotranspiration et permettra d'éviter par conséquence son dessèchement. Comme le montre la **figure 17a** tout ce dont on a besoin pour préparer les boutures à planter sont: un bloc de bois et un couteau. Un couteau de cane, une machette ou un coutelas feront l'affaire. La bouture que l'on plante se trouve sur la **photo 17b**.

Bien que le Vetiver 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 de 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 17a: Préparation de la bouture



Photo 17a: Taille de racine



Photo 17 b: La taille des boutures

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 Vetiver est pratiquement le même qu'à planter des boutures de riz. Creusez un sillon défini par une courbe à niveau simple, ajouter du fumier, du composte ou de l'engrais et enfoncer ensuite soit la bouture ou le plant en sachet en prenant soin de ne pas recourber les racines vers le haut. Puis appliquer fermement la bouture dans le sol. A dix centimètres de la bouture le long du même sillon planter la prochaine bouture et ainsi de suite (**Figure 18**). Faites en ce que le sillon ait une légère dépression pour capter l'eau. Bien arroser les sillons pour vérifier à ce que l'eau reste dans les sillons sans descendre la pente.

Une seule rangée de boutures doit être plantée. Il est possible que quelques boutures puissent mourir et laisser des écarts dans la ligne. Ces écarts devront être comblés par des nouvelles boutures.

Bien sûr, pour que ce système végétatif 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 19**) 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 Vetiver, les plantes seraient incapables de supporter les sécheresses les plus sévères. Même dans les zones arides recevant une pluviométrie de moins de 200 millimètres, une haie de Vetiver efficace sur la courbe serait en mesure d'assurer sa propre viabilité.

Figure 18. Implantation des boutures



Figure 19. Ce qu'il faut éviter



L'effet combiné des cultures suivant la courbe et les capacités des haies à ralentir et à répandre l'écoulement contribue à augmenter l'infiltration de l'eau dans le sol. Afin que le système puisse fournir un maximum de protection contre l'érosion, les rangées de haies sont espacées au bon endroit de l'intervalle vertical (IV). L'IV 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 dépend de la raideur de la pente. Un intervalle vertical de 2m, les haies situées sur une pente de 5% seraient espacées de 4 m de parcours, tandis que celles situées sur une pente de 2% seraient espacées de 100 m. Comme le montre la **Figure 30**, le parcours entre des rangées de haies plantées sur une pente de 57% avec un IV de 2m est de 4m . Pour avoir un tableau plus complet du ration pente, le parcours et l'intervalle vertical, se reporter au **tableau 1**, à la fin de ce manuel. Dans la pratique un IV de 2m est généralement considéré comme étant convenable. En sous de la **Figure 20b** est une manière simple de mesurer un intervalle vertical de plus au moins 2m. Une personne se met à la première ligne d'une haie de courbe à niveau et en levant un bras avec les doigts pointé au niveau des yeux, aligne la où la pointe des doigts croise la pente et indique à son collègue, qui à monté la pente, de mettre un piquet au point indiqué par la collègue.

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 50cm (hauteur en dessous des genoux) afin d'encourager le tallage (les racines à aller plus profondément) et empêcher que les cultures ne soient ombrées. Le fait de labourer le long des rebords des rangées de Vetiver

Figure 20. L'intervalle vertical

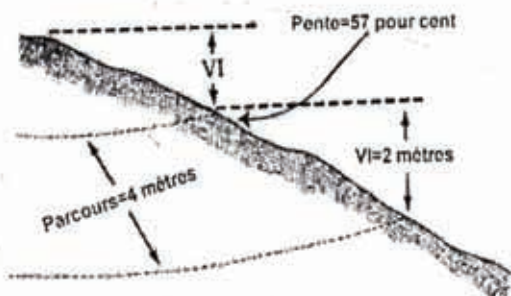
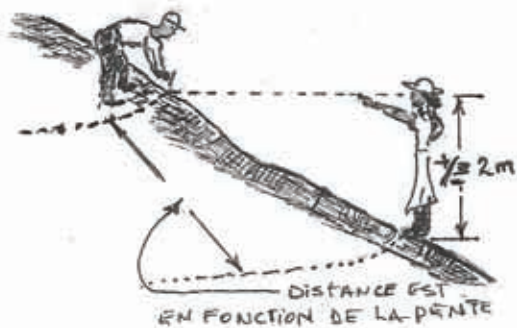


Figure 20b Façon simple d'établir un Intervalle Vertical

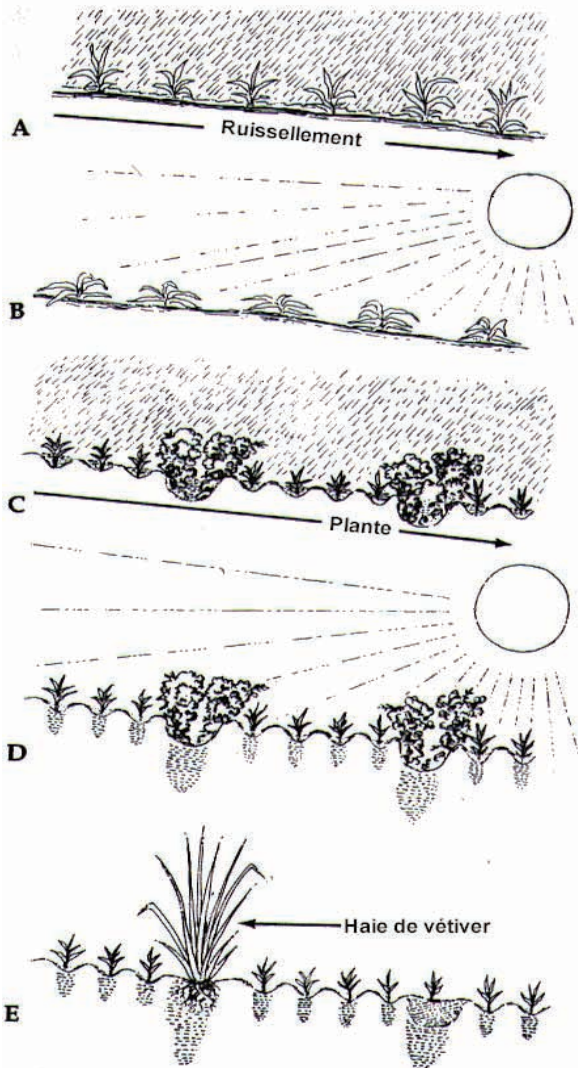


Conservation de l'humidité/Rétention Hydrique

Bien que les mesures destinées à retenir l'humidité naturelle dans le sol soient essentielles pour tous les systèmes agricoles sous pluie, l'art de la conservation de l'humidité sur site 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 monticules en terre, les nivellements de terrain et autres techniques similaires ne sont exigées que dans les zones irriguées; les zones alimentées à l'eau de pluie doivent être entourées de haies de contour. La **figure 21** 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 se fanent et meurent au soleil. Le dessin **C** montre la surface plantée avec des sillons de contour avec deux sillons morts (nonplantés) récupérant le surplus de ruissellement qui servira lorsque le vétiver sera planté. La pluie captée et retenue dans chaque microcapture a ainsi la chance de pouvoir s'infiltrer. Chaque sillon peut retenir 50 millimètres d'eau de pluie aussi longtemps que les orage ne crée pas de gros ruissellement (ci c'est le cas dans votre zone, ce n'est pas une pratique à utiliser, mais seulement à comprendre). 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 21. Les avantages des sillons de contour

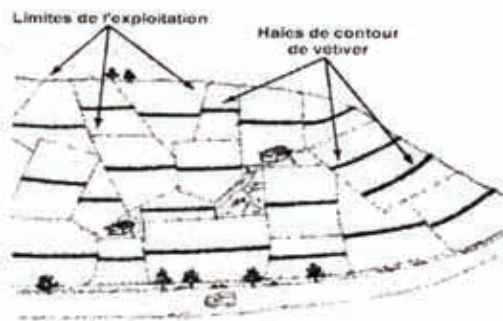


La photo montre le paysage de petits exploitants sur des collines en Haïti. La **Figure 22** en sus est un diagramme qui montre à quoi ressemblerait un système de Vetiver parmi ces mêmes petits exploitants. Le Vetiver s'adapte parfaitement aux systèmes de périmètres individuels. Il n'y a ni point de cours d'eau ni d'ouvrages de terre. La plupart des exploitants auraient une rangée de Vetiver pratiquement au milieu de leur champ quelle que soit la forme du champ; néanmoins les terrains allongés pourraient mettre une double rangée pour les stabiliser.

Bien que chaque champ possède sa ou ses rangées de Vetiver, l'ensemble des flancs de la colline se trouverait 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 Vetiver. Si une rigole devait commencer à se former à n'importe quel endroit, du Vetiver 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 22. Le système vétiver



Quels sont les caractéristiques du Vetiver?

Bien que plusieurs variétés d'herbacée 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 Vetiver qui ait réussi au test du temps. Comme le montre la liste suivante des caractéristiques du *Chrysopogon zizanioides* recueilli d'utilisateurs à travers le monde, cette plante unique est idéalement adaptée au système végétatif de conservation du sol et de l'humidité, à la stabilisation des structure en terre (routes, canaux d'irrigations) et à la réhabilitation environnementale. Aucune autre plantes ne semble être connue pour rivaliser en robustesse ou en diversité.

- Planté correctement (càd. étroitement relié), le Vetiver forme rapidement une haie dense et permanente.
- Il possède un système racinaire fibreux qui pénètre le sol jusqu'à une profondeur de 23 mètres et peut résister aux effets tunnels et aux craquages.
- Ses feuilles longues et raides forment des haies denses qui résistent à des écoulements d'eau relativement profonde réduisant leur vitesse tout en piégeant les sédiments.
- Est vivace et requiert un minimum d'entretien.
- Est infertile; ne produit pas de stolons ou rhizomes, donc ne devient 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 saines et peuvent servir de fourrage.

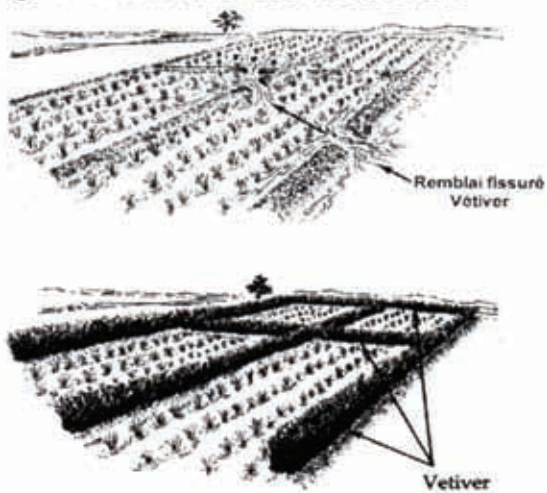
- À la fois aquatique et désertique; une fois établi il parvient à résister à la sécheresse, aux inondations et aux longues périodes de submersion.
- Ne rentre pas en compétition avec les plantes alimentaires qu'il est censé protéger. Il a été démontré que les haies de Vetiver n'ont pas d'effets adverses sur le rendement des plantes alimentaires voisines et au contraire elles les aident même à augmenter le rendement.
- Comme haie, la plante est peu onéreuse, facile à établir et à entretenir voire même à retirer.
- Haute tolérance à l'acidité, à l'alcalinité, à la salinité, aux états sodiques et au magnésium.
- 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.
- Peut se développer dans tous les types de textures de sols; cela comprend les sables, les argilles schisteuses et les graviers.
- S'adapte à une grande variété climatique; de pluviométrie entre 200 et 6000 mm et des températures allant de 3° à 60° C.
- C'est une plante culminante et par conséquence même lorsque les plantes avoisinantes sont détruites par la sécheresse, les inondations, les insectes, les maladies, les incendies ou autre calamité, le Vetiver demeurera pour protéger la terre des assauts des prochaines pluies.

Autres utilisations pratiques du Vetiver

A part ses réussites en tant que système de conservation des sols et de l'humidité, le Vetiver s'est montré efficace dans d'autres domaines d'application. 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 23** montre comment le Vetiver est utilisé pour stabiliser un champ de riz qui dépend des levées de terre pour conserver l'eau d'irrigation au bon niveau. Ces remblais (illustration du haut) peuvent s'effondrer sous l'action du va et vient de l'eau et des dégâts causés par les rats, les crabes et autres insectes fossoyeurs. L'érosion et déperditions d'eaux d'irrigation mettent en danger les récoltes.

Le Vetiver est planté audessus des levées de terre pour les stabiliser (illustration du bas). Le Vetiver se développe bien sous ces conditions et ne souffre point des inondations occasionnelles. En outre, ses racines contiennent des odeurs qui repousse les rongeurs. Ses racines se développent verticalement vers le bas et n'empiètent pas sur les autres plantes; au contraire elles aident les plantes avoisinantes. Le Vetiver est élagué à 30-50 cm du sol pour empêcher que les plantes ne soient recouvertes d'ombre.

Figure 23. Stabilisation des levées de terre



Protection du nit et des berges de rivières

Dans un exemple similaire, le Vetiver sert à préserver les berges de rivières pour les empêcher d'être soit érodées ou soit rejetées dans les champs. Il est aussi utilisé dans les plaines fluviales (**Figure 24**) pour réduire l'ensablement et l'entrer de boue dans le cours d'eau à partir du ruissellement provenant des collines et des champs limitrophes. À noter la complémentarité des lignes horizontales (**A**) pour réduire l'ensablement, et en quinconce (**B**) pour réduire la vitesse du cours d'eau.

Dans certains cas, et surtout où l'inclinaison de la pente est plus raide, il est recommandé d'appliquer la protection par des gabions. Les gabions ont la faiblesse de ne pas être suffisamment enracinés dans le sol qu'ils doivent protéger. Pour réduire les pertes ou le renversement de gabions, il est fortement conseillé de stabiliser les rangées avec des haies de Vetiver (**Figure 24b**) plantés surtout devant et derrière, et quand possible, des deux autres côtés.

Figure 24. Protection des berges en quinconce

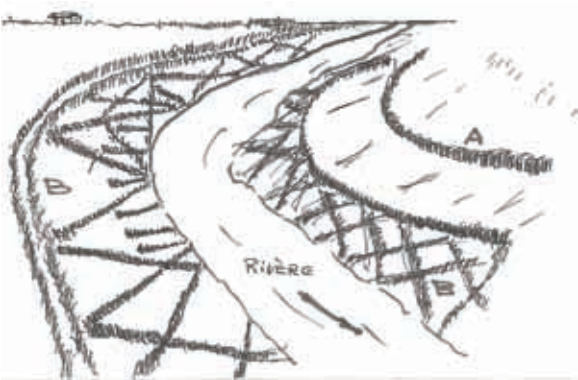
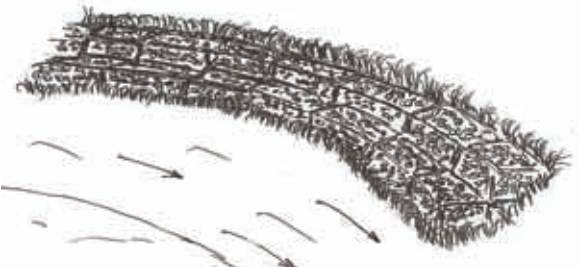


Figure 24b Protection des gabions avec vetiver



Augmentation de la production et la protection d'arbres fruitiers sur collines

L'influence stabilisatrice du Vetiver est surtout utile sur les terrains raides et vallonnés au niveau desquels la répartition de l'humidité ne peut être contrôlée. De tels terrains servent avec succès à planter des arbres vivaces perpendiculaire à la pente après avoir été stabilisés par un demicercle de Vetiver (planter avec un espacement de 15 cm entre chaque plant de Vetiver. La plupart des tentatives d'implantation d'arbres sur les pentes de collines raides sont abandonnées car les pousse médiocres de tailles inégales qui en résultent ne justifient pas les coûts de l'entretien.

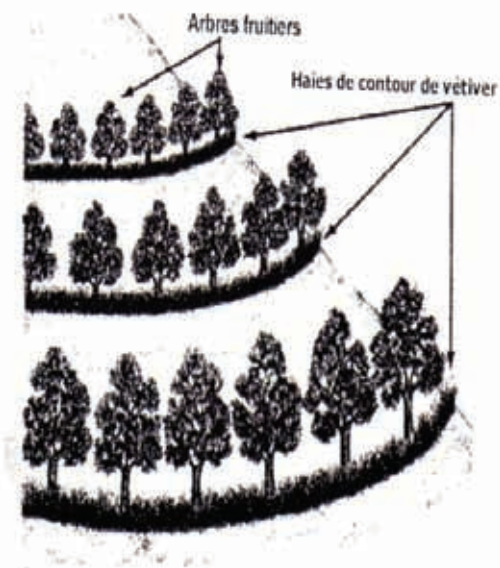
Les **figures 25-27** montrent une méthode de fixation d'arbres sur de telles collines en utilisant des lignes de Vetiver suivant les courbes à niveau. D'abord on établit les courbes à niveau à l'aide de piquets. Ensuite, à la main ou à l'aide d'un équipement agricole on creuse des fossés de dérivation en forme de V le long des lignes de contour établis. Des lignes de Vetiver sont plantés au rebord des fossés, et ensuite des arbres sont plantés à proximité (1½ m pour arbres fruitiers, moins pour arbres de reboisement) des lignes de Vetiver. (**Figures 25 et 26**). 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.

Généralement il y a suffisamment de drainage sur les pentes pour éviter la saturation du sol par l'eau. Grâce aux effets d'un tel système de collecte d'eau, les lignes d'arbres n'ont pas besoin d'être plantées aussi serrées que l'écart entre les arbres sur un autre terrain. 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 Vetiver et aux arbres plantés.

Figure 25. Protection des nouveaux arbres fruitiers



Figure 26. Stabilisation des arbres plantés



Avec le temps, le fossé s'effondrera mais la haie de Vetiver se sera fixée et aura assumé ses fonctions d'accroître l'infiltration de l'écoulement, l'arrêt des pertes de sols et ses éléments nutritifs, et de création de terrasses naturelles.

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. Par conséquent, les arbres fruitiers plantés de cette façon n'ont pas besoin d'irrigation les trois premières années. Le système dans son ensemble est stabilisé par les rangées de Vetiver.

Après que les lignes de Vetiver se sont bien fixées les feuilles sont coupées très bas au début de 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 (**Figure 27**). L'avantage que de cette l'utilisation du Vetiver en tant que paillis est que ses feuilles abritent peu d'insectes et se décompose lentement (**Photo 27b**). Les haies de Vetiver 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 plus froids, en jouant le rôle de brisevent. Les arbres forestiers devraient être plantés de la même manière.

Figure 27. Le vétiver en tant que paillis

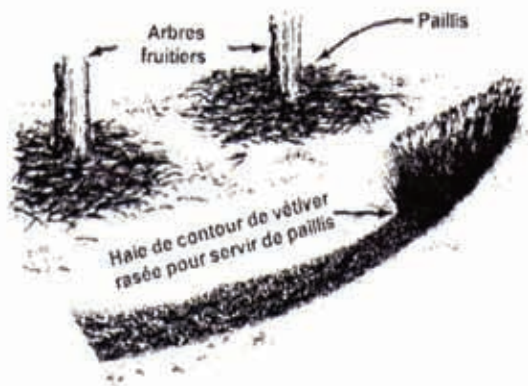


Photo 27b. Une haie de Vetiver autour d'Avocatier



Protection de terrassement

Dans les endroits où cela a été pratiqué, les résultats furent spectaculaires: plus de 90 pour cent des boutures plantées en association avec le Vetiver avaient survécu à la sécheresse de 1987 d'Andhra Pradesh, en Inde, tandis que 70 pour cent des boutures non associées avec le Vetiver ont périés.

Dans beaucoup de pays montagneux où l'agriculture se pratique sur des terrasses, le Vetiver est utilisé pour stabiliser les murs. Sans une sorte de support végétal, des 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 28**, 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 soient la réalisation de grandes compétences au fil des années, elles mènent à de pertes de récoltes et exigent des travaux.

Lorsque le système de stabilisation du Vetiver fut expli-

Figure 28. Terrasses en maçonnerie



Figure 28b. Terrasse non protégée



qué aux paysans des collines dans certains pays, ces derniers voulaient en planter dans le plus grand nombre d'endroits possibles. Dans un projet de la Banque Mondiale lancé en 1986, le Vetiver a été 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 29** montre à quoi devraient ressembler les terrasses une fois protégées par du Vetiver. Le Vetiver 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 audessus des terrasses en pierres sèches, en particulier si par hasard l'eau se transformait en ruisseau. Une fois établie, les haies de Vetiver absorbent et réduisent la puissance érosif de l'écoulement de même que protéger le rebord des terrasses.

Comme le montre le gros plan de la **Figure 30**, 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. Étant donné que son système racinaire fort peut facilement pénétrer jusqu'à la fondation des murs de soutènement, le Vetiver peut servir de protection à la paroi rocheuse dans son ensemble.

Figure 29. Protection des haies de maçonnerie

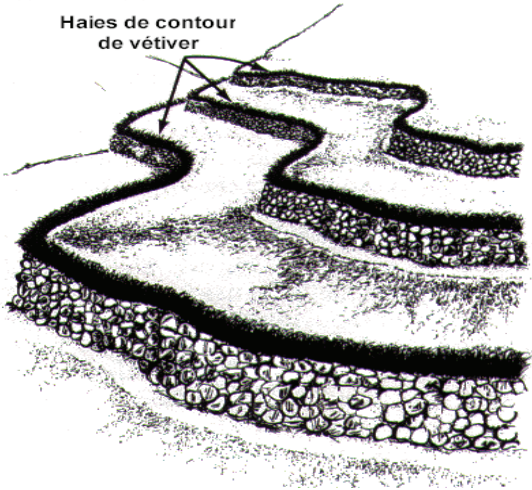
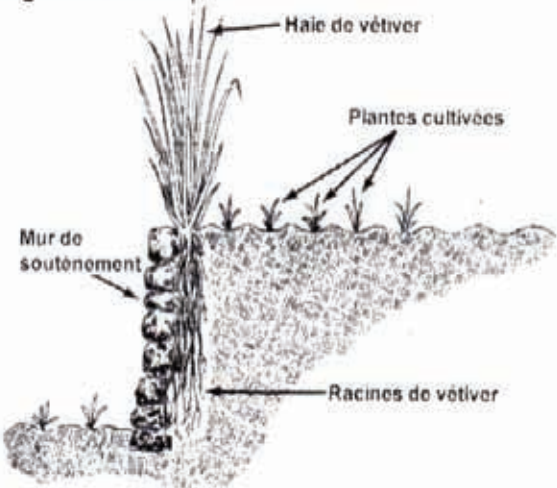


Figure 30. Gros plan



Stabilisation des rigoles et des ravins

Une autre solution aux problèmes d'érosions s'applique en zones de friche, où les terres manquent de végétation et les pluies imprévisibles créent des rigoles provenant de plusieurs directions. La **Figure 31** montre la protection appropriée en établissant des haies végétales pas seulement dans les rigoles mais en montant et descendant des deux côtés, et sur plusieurs mètres. La même technique est utilisée pour des ravins en formation ou en états avancés. Les haies de Vetiver ont l'avantage, dans des conditions extrêmes et permanentes d'incendie et de sécheresse, de résister et de survivre. Elles recueillent les bienfaits des surplus d'écoulement et récolte la matière organique au moment de filtrer les eaux de ruissellement à travers ses haies.

Notons qu'un bouchon/petit barrage en maçonnerie au bout du système permet au limon de se consolider et de fournir au Vetiver une base de fixation (**Figure 31**). Le même procédé s'appliquerait aux ravins normaux comme le montre la **figure 32**. Une fois fixée, les haies créeront les ravins en terrasses.

Figure 31. Stabilisation des terres arides

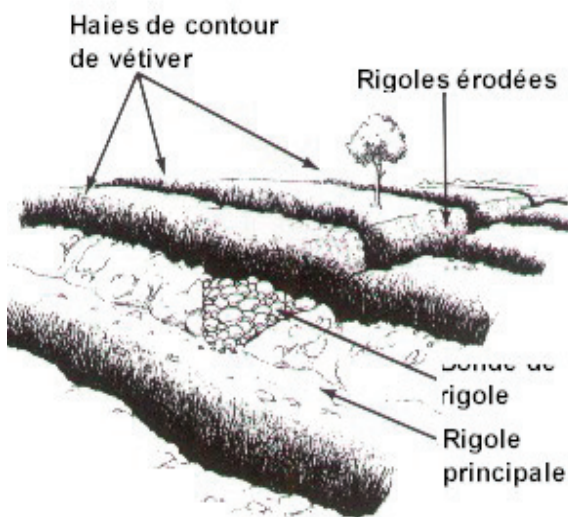
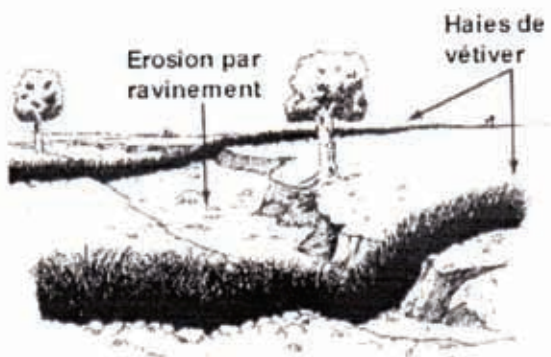


Figure 32. Stabilisation des rigoles

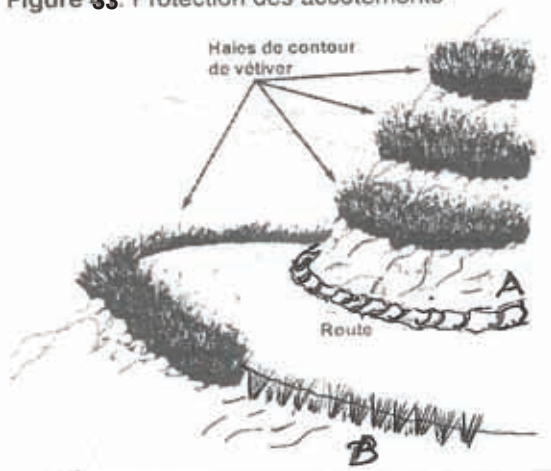


Protection des infrastructures

Pour la protection des infrastructures rurales (pistes, bassins, canaux d'évacuation, radiers et passages à niveau), le Système Vetiver est utilisé suivant les règles d'art de la phytoingénierie. Ce ne sont pas seulement des lignes suivant des courbes à niveaux, mais aussi un mélange d'application des plantes pour stabiliser des gabions, des ouvrages en béton ou en terre telle que des canaux d'irrigation, et pour réorienter et évacuer des cours d'eau le long des pistes.

Aux Caraïbes, la plante est utilisée pour la stabilisation des accotements et depuis des années elle a réussi à arrêter l'érosion. L'application pour la protection des infrastructures en Haïti est démontrée par la **figure 33**. Non seulement il y a lieu de protéger les talus de glissement sur la piste, mais la chaussée doit pouvoir être à même d'évacuer les eaux de pluies de la partie intérieure d'un tournant par des « saignants » qui orientent l'eau vers des drains internes (**A**) au bas du talus et par une haie qui est plantée à 25 cm de la chaussée avec des saignants qui font évacuer les eaux de pluie sur le coté externe de la piste (**B**). La protection des tournants de pistes que l'on retrouve dans les zones rurales montagneuses est parmi le défi le plus compliqué à résoudre; une technique telle que celle proposée ici n'est pas nécessairement applicable partout; chaque cas demande une observation et une solution individuelle. Les solutions sont basées sur: a) la proximité de ravins du coté interne de la piste qui peut servir comme exutoires au ruissellement, b) le degré de la pente, c) l'espace disponible sur le coté externe, et d) la proximité de champs ou habitations en dessous de la piste avant de pouvoir justifier de mettre des saignants dirigés de ce même coté.

Figure 33. Protection des accotements



Cette photo, prise au cours d'essais et de tests en Malaisie sous des pluies abondantes, démontre une pente de moins de 40% et un espace suffisant sur la côte droit (en montant) pour justifier des saignants sur ce même coté.

L'utilisation du Vetiver pour stabiliser les accotements de ponts et de canaux d'irrigation est une autre pratique recommandée. Lors d'une expérimentation en Tanzanie, sur la route de Dodoma, un ingénieur des travaux routiers avait utilisé du Vetiver 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 Vetiver retenait toujours à perfection la berge comme le montre la **figure 34**. La photo démontre l'application des deux accotements d'un pont routier.

Figure 34. Protection des ponts



La **figure 35** montre comment le Vetiver peut être utilisé pour protéger les rives d'un canal d'irrigation principale.

Les canaux d'irrigation de contour sur colline, destinés à amener l'eau du canal principal aux destinataires se remplissent fréquemment par un envasement et une érosion. Le problème type est illustré dans la partie supérieure de la **figure 36**: le conduit en béton est entaillé par l'érosion au point A et s'emplit de limon au point B.

Pour réduire ces problèmes, le Vetiver est planté parallèlement aux côtés supérieur et inférieur du conduit, qu'il soit bétonné ou en terre. Comme le montre la figure du bas, la haie supérieure empêchera le limon d'arriver 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 35. Canaux d'irrigation principale en terre

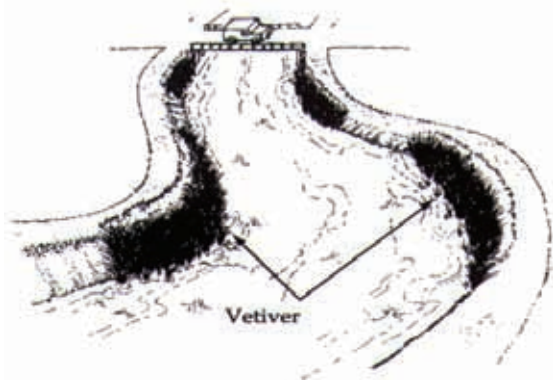
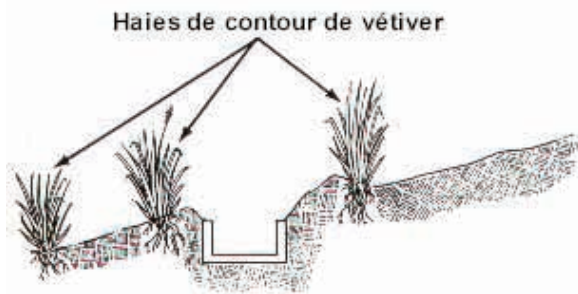
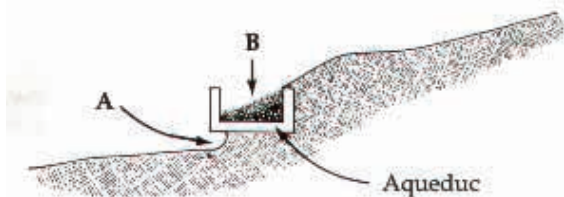


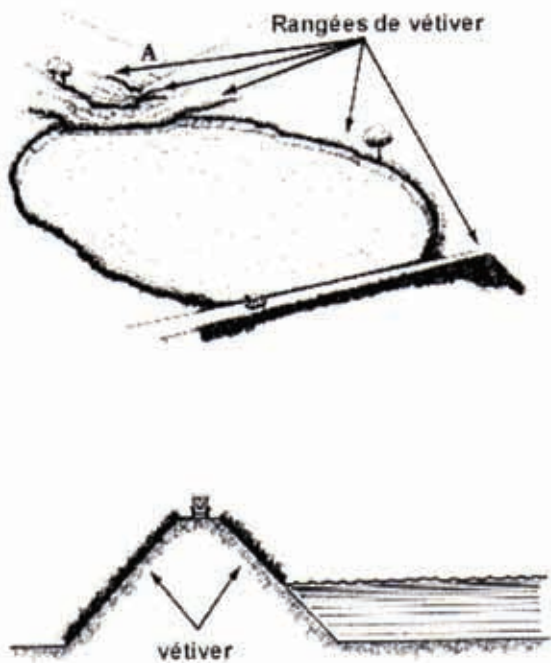
Figure 36. Canaux d'irrigation en dur sur collines



Une approche similaire peut être entreprise pour protéger les barrages. Les microbarrages 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 Vetiver autour des abords du barrage comme le montre l'illustration en haut de la **figure 37**, le limon transporté par l'écoulement provenant des collines environnantes sera piégé avant d'atteindre le barrage. Et les haies de Vetiver plantées à travers les voies d'arrivée (A) des microbarrages 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 Vetiver a été planté en parallèle des 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 Vetiver est planté dans ces régionslà.

Figure 67. Protection des barrages



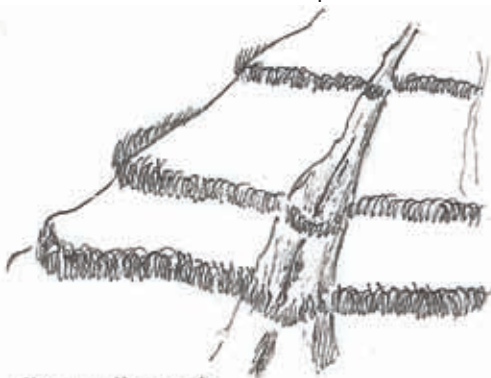
Reboisement

Dans l'agroforesterie, le Vetiver est considéré comme une plante pionnière. Comme indiqué au début de ce manuel, un arbre n'est pas capable d'arrêter l'érosion; par contre une forêt bien établis en est capable en raison de son canapé de feuilles, de l'accumulation de débris sur son sol et de la basse végétation déjà sous les arbres développé pendent des années. Une des raisons qu'explique l'incertitude parmi les Haïtien concernant des projets de reboisement est le faible taux de réussite parmi les projets de reboisement financés depuis les années 1970s.

Pour assurer une reprise de piedsbois destinés au reboisement, il est important de stabiliser l'érosion et de gérer l'écoulement des eaux de pluies par un système végétal à croissance rapide. Les haies de Vetiver sont le moyen le plus efficace et le moins couteux à réduire l'incidence d'inondation et d'érosion en Haïti, comme ailleurs.

Placement et espacement : De préférence, installez en premier temps des lignes de Vetiver à travers les pentes L'espace entre chaque plant ne dépasse pas 10 cm Chaque ligne est séparée par un intervalle vertical (IV) de 2 mètres. (voir **Figure 38**). De préférence, les lignes sont installées par les populations concernées. Plantez avec les mêmes populations des piedsbois entre chaque ligne (bois de feu 2m x 2m ; bois de construction 1m x 1m) ou à la densité désignée par les espèces d'arbres. Creusez des fosses de plantation avant les pluies: 60 x 60 x 60 cm.

Figure 38. Reboisement en deux étapes



Site première année



Site deuxième année

Reboisement (suite)

Le long des lignes de vetiver, placez les jeunes arbres à ½ a 1 mètre des haies (pour que le Vetiver puisse profiter du soleil pendant les premières années de croissance).

L'entretien des haies vives:

- a) Au départ, taillez les feuilles à 6 et puis à 12 mois de l'installation; hauteur de 3040cm pour assurer le tallage.
- b) Mettez les feuilles coupées en paillage autour des arbres.
- c) Assurez le désherbage pendant la première année.
- d) Remplacez les plants mortes, ou ajouter des plants là où les espaces

Les photos qui suivent proviennent du projet de Rétablissement des forêts Indigènes Utilisant le Vetiver; Îles de Vanuatu. Don Miller/Vanuatu.

Photo 1: (1997) Le Port Patrick en phase d'éroder par ravin consistant de roches moues. Première plantation de vetiver



Photo 2: Même emplacement – juin 1998; On constate aucun dégât suite au cyclone Yali - 370 mm de pluie en 12 heures.



Photo 3: Même emplacement – novembre 2001. Cycle de renforcement nutritif avec des arbres fixateurs d'azote qui fournissent un apport continu à la fertilité de la terre.



Photo 4: Le vetiver planté couvrant le fond/parterre du ravin en 1977 est maintenant bien complètement stabilisé. Il est bon maintenant de stabiliser les deux cotés du ravin.



Autres Applications du Vetiver

Le Vetiver: Il a une grande utilité dans la mise en valeur et la réhabilitation des terres contaminées par les ordures qui impactent la dégradation de l'environnement. Il a la capacité, en tant que plante pionnière, d'améliorer les sites au point que les autres espèces peuvent après les coloniser librement (i.e.; le reboisement). Il est efficace à traiter en phytoremédiation des eaux usées, le lixiviaté provenant des déchets municipaux, le contrôle de la croissance des algues dans les lacs et réservoirs, et le piégeage d'éléments agrochimiques. Il réduit à la fois le Phosphate et le Nitrate dans les eaux polluées menant à l'abaissement des contenus de nutriments nécessaires à la croissance des algues non désirées; il est utilisé pour absorber les métaux lourds des eaux et des sols. Il sert de litière de choix au bétail car elle absorbe l'urine laissant la litière séchée plus longtemps; ceci constitue un compost de qualité. En haies, ils servent comme brisevent pour protéger les cultures, jeunes fruits et arbres, de coupefeu, de chaume pour les toits d'hôtel ou maisons, des hangars et abris, et dans la gestion intégrée des ravageurs (nématodes, termites) Ses feuilles servent à tisser un grand nombre d'objets artisanaux et utilitaires tels que paniers (voir photos à la page opposée) et tiges des fleurs produisent des balayettes de qualité. Il est utilisé avec succès dans la remise en état de sites miniers, de dépôts de déchets ainsi que de la réhabilitation de sols salins et acides.

Exemple d'Articles artisanales utilisant les feuilles de Vetiver



Établissement de pépinières

Toujours privilégier les matériaux locaux: La variété qui existe en Haïti et en République Dominicaine est la meilleure (***Vetiveria zizanioides*** aussi désigné ***Chrysopogon zizanioides***) pour la lutte contre l'érosion, la protection des berges et des infrastructures ainsi que pour l'huile essentielle, distillée pour l'industrie du parfum.

Il y a trois techniques pour mettre du vetiver en pépinière :

- Placez les pépinières dans des sols sablonneux-argileux avec un bon drainage et où il est facile de déterrer les plantes et de les repiquer. Souvent ces régions sablonneuses sont à proximité de fleuves pérennes.
- Pour un système simple et qui donne aussi de bon résultats pour la multiplication de Vetiver, placez les boutures dans de larges rigoles construites. Les rigoles font de bonnes pépinières parce qu'elles maintiennent leur humidité et offre une condition adéquate pour une bonne croissance.
- Il est encouragé d'utiliser des engrais N (Azote) et P (Phosphate), ou du DAP (Diammonium de Phosphate) pour avoir une bonne croissance au niveau de la pépinière.

Comment on prépare la plante:

- On commence d'abord avec une touffe ou une partie d'une touffe déracinée
- Ensuite, on éclate en boutures de 2 ou 3 éclats ; on taille les feuilles à 2025 cm de hauteur; les racines à 67 cm (épaisseur de 3 doigts) de longueur.
- Pralinage; On les rassemble en bottes de 2025 boutures, on les trempe dans de l'eau ou de la boue (avec de la bouse de vache) pendant 34 jours, à l'ombre (voir photos). Quand il y a des nouvelles racines blanches, transplanter dans des pépinières.



Photo: Touffe, éclater, tailler



Photo: Pralinage et boutures en bottes



Installation de pépinières de Vetiver: Trois options

En sachet : Reprise après plantation 95-98%

Avantage: Racines déjà développées; assure bonne reprise; espacement entre plants mieux contrôlé. Bon pour des pentes douces et où l'accès est facile ; bonne pratique pour fournir/vendre des plants sur un marché de proximité.

Désavantage: N'est pas de la multiplication mais une préparation pour installer des lignes de Vetiver ; le transport/manutention est compliqué si les sites de plantation sont loin ; il reste des déchets de plastiques qui doivent être bien disposés une fois installé sur des sites d'application; exige un apport en terre et sable continuellement.

En racine nue et dans le champ : Reprise après plantation sur site d'application 90-95% dépendant de la pente.

Avantage: Une bonne pratique pour une multiplication rapide si: la terre est sablonneuse argileuse, et s'il y a une source d'eau disponible pour arrosage quotidien et un bon drainage; manutention facile, donne une multiplication de 1 à 30 sur 34 mois (dépend de la chaleur et la pluie (le Vetiver préfère les deux). Le même terrain est utilisé continuellement avec un faible apport de terre supplémentaire annuel.

Désavantage: Le repiquage pour installer dans un site d'application qui est montagneux est déconseillé puisque la plante en racine nue prend plus de temps à pousser des racines et fixer le sol que des plants soit en sachet ou en « ruban » (voir en dessous).

Photo. Repiquage des boutures dans des sachets à partir de racines nues.



Photo. Planté en racine nue pour multiplication



En « ruban » : Reprise après plantation – 98-99%

- **Avantage:** Une excellente pratique pour multiplication rapide et installation rapide ; assure une meilleure résistance aux fortes pluies, courants d'eaux et glissements de terre; peut être installé sur tous types de pente et généralement réservés aux talus les plus raides. Une fois que la technique est maîtrisée, le processus devient plus simple et plus rentable, les piquets et plastique peuvent être recyclés.
- **Désavantage:** Comme le montrent les photos, l'installation prend plus de temps au départ et exige plus d'investissement (plastique, piquets, main d'oeuvre) que les deux autres options, le transport est plus compliqué si le site d'installation est loin du site d'application.

Photo du haut au bas:

- a) Préparez des rangées «ruban» de terre dans des moules de plastique, montée et redescendu de chaque bâton transversal à: +/- 8cm de largeur, pas plus de 8-10cm de profondeur, et 1 mètre de longueur;
- b) Plantez des boutures de Vetiver à 10cm d'écart;
- c) Arrosez et désherbez pendant 5-6 semaines;
- d) Lors que les racines se sont bien entrelacés, tirez du plastique et sortez les rubans de la moule;
- e) Transportez aux sites d'application et installez dans des sillons déjà creusés.

NB. Dans des pentes raides, fixez les rubans avec 2 piquets enfoncés des deux cotés de chaque ruban.



Photo: Préparation des rangées "rubans"

Photo: Installation du plastic, de la bonne terre et plantation des boutures



Photo: Produits final

Établissement des plantes dans les champs

Le Vetiver doit être planté soit dans un sol humide, autrement il faut arroser le sillon avant d'enterrer les plantes et après pour assurer que la terre reste humide pour une durée de 45 jours. Arrosage fréquent en absence de pluie est une stratégie de nécessité pour 68 semaines. Dans les petites exploitations et où les terres disponibles sont minimales, et le paysan ne préfère pas planter du vetiver perpendiculaire à la pente, on conseille de planter du vetiver le long des délimitations de son parcelle. Sur les terres non arables sévèrement érodées, le Vetiver est d'abord planté dans les rigoles et aux alentours des têtes de rigoles. Les nouvelles plantules ou boutures provenant de ces haies seront plantées les années suivantes à travers les pentes. Comblir les écarts entre les plants de Vetiver est essentiel dans la partie « entretien » des applications du Système Vetiver et devrait se faire au début de la saison des pluies.

Afin d'encourager le tallage (croissance de la racine) et l'épaississement des haies, le Vetiver est élagué à hauteur de 30 à 50 centimètres (en dessous du genou) après la première année. L'élagage la première année ne semble pas avoir un impact additionnel sur le tallage. Une fois la haie établie (un à deux mois après avoir été planté), le creusement d'un petit sillon juste devant la haie (en amont) du Vetiver aidera à capter les eaux de ruissellement et donnera une meilleure croissance à la plante.

Tableau 1. Pente, parcours et intervalle Vertical

Pente		Parcours (a)	
Degrés	%âge	Déclivité	(mètres)
1	1.7	1 pouce	104.6
2	3.5	1 " 28.6	57.4
3	5.3	1 " 19.1	38.2
4	7.0	1 " 14.3	28.6
5	8.8	1 " 11.4	23.0
6	10.5	1 " 9.5	19.2
7	12.3	1 " 8.1	16.4
8	14.0	1 " 7.1	14.4
9	16.0	1 " 6.3	12.8
10	17.6	1 " 5.7	11.6
11	19.4	1 " 5.1	10.4
12	21.3	1 " 4.7	9.6
13	23.1	1 " 4.3	9.0
14	25.0	1 " 4.0	8.2
15	27.0	1 " 3.7	8.0
16	28.7	1 " 3.5	7.2
17	30.6	1 " 3.3	6.8
18	32.5	1 " 3.1	6.4
19	34.4	1 " 3.0	6.2
20	36.4	1 " 2.8	6.0
21	38.4	1 " 2.6	5.6
22	40.4	1 " 2.5	5.4
23	42.5	1 " 2.4	5.2
24	44.5	1 " 2.3	5.0
25	46.6	1 " 2.1	4.8

Pente	Parcours (a)		
	Degrés	%âge	Déclivité (mètres)
26	48.8	1 " 2.0	4.6
27	51.0	1 " 2.0	4.4
28	53.2	1 " 1.9	4.2
29	55.4	1 " 1.8	4.2
30	57.7	1 " 1.7	4.0
31	60.1	1 " 1.7	4.0
32	62.5	1 " 1.6	3.8
33	65.0	1 " 1.5	3.6
34	67.5	1 " 1.5	3.8
35	70.0	1 " 1.4	3.4
36	72.7	1 " 1.4	3.4
37	75.4	1 " 1.3	3.4
38	78.1	1 " 1.3	3.2
39	80.1	1 " 1.2	3.2
40	84.0	1 " 1.2	3.2
41	87.0	1 " 1.2	3.0
42	90.0	1 " 1.1	3.0
43	93.3	1 " 1.1	3.0
44	96.6	1 " 1.0	2.8
45	100.0	1 " 1.0	2.8

Astuces de gestion

Dans la préface de l'édition d'un document semblable rédigé par la Banque Mondiale, il a été demandé aux utilisateurs de transmettre leurs observations et de partager leurs expériences. Quelques unes des réponses recueillies sont les suivantes : Les haies de Vetiver qui ont bien pris ont pour conséquence une diminution de l'écoulement et une amélioration de la nappe phréatique. Les écoulements des ruisseaux 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% d'inclinaison, environ 10cm de limon est déposé en avant des haies chaque année. Le Vetiver sert de fourrage, de chaume, de paillis, de litière à bétail, de brisevent, de protection des accotements et d'articles de maison, comme des balais. Lorsqu'il y a une exigence de drainage pour des cultures à flancs de collines, des haies de Vetiver servent comme tampon contre l'érosion si elles sont placées perpendiculaire à la pente à des intervalles fixes au niveau de la colline. La plupart des racines du Vetiver se développent verticalement et atteignent une profondeur de 23m. Elles ont une épaisseur de 0.3 0.4m et deviennent des «clones végétales» en raison de leurs résistance à la traction' d'1/6ème de l'acier mou. Les autres racines, celles de surface, peuvent atteindre 30-50cm mais elles n'affecteront pas la croissance des cultures avoisinantes. Au contraire, il existe une symbiose entre le Vetiver et les cultures associées.

Astuces de gestion (suite)

Les haies ont besoin d'environ 23 trois ans pour bien s'établir. Si les boutures sont plantées tous les 10 centimètres, la haie se formera plus rapidement. Là où le Vetiver est planté le long des rebords des terrasses, les terrasses s'inclinant à l'avant sont préférable à ceux qui s'inclinent vers l'arrière. L'eau qui s'accumule à l'arrière augmente la fragilité de la terrasse, augmentant les risques de s'écrouler. L'objectif final est de se passer complètement du terrassement construit là où cela est possible et d'utiliser les haies de Vetiver pour établir des terrasses naturelles afin que la couche arable reste en place sans être perturbée. Le Vetiver fonctionne bien dans une pluviométrie allant de 200 à 6,000mm annuelles et à 2800 mètres (Éthiopie) d'altitude. Il se développe mieux lorsque le sol est humide et fertile. Même dans des conditions difficiles il parvient à se développer mieux en comparaison avec autres types de graminées. En Inde et dans bien d'autres pays, des résultats obtenus sur les terres similaires à celles d'Haïti indiquent que les écoulements d'eaux de pluie ont été réduits de 40 à 15% et que le limon a été réduit de 25 à 6 tonnes à l'hectare grâce à des haies ayant deux ans et sur des pentes de 2%. Le délai de flétrissement lors d'une expérimentation sur des alfisols s'est accru, passant de sept à vingt jours quand ces terres avaient été protégées

Des photos et des parties du texte proviennent de l'auteur, de Yoann Coppin, de Don Miller et des documents publiés par The Vetiver Network International (TVNI); ("Le Réseau Vetiver, International").

Nous remercions John Greenfield du TVNI d'avoir donné sa permission d'adapter et de réviser son document d'origine.

The Vetiver Network International

709 Briar Rd., Bellington, WA 98225 USA

Site web: www.vetiver.org

Vetiver Galerie Photos:

<http://picasaweb.googleweb.com/VetiverNetwork>

Galerie client:

<http://picasaweb.googleweb.com/VetiverClients>

Blog: <http://vetivernetinternational.blogspot.com>

Site particulé pour Haiti:

<http://haitireconstruction.ning.org>

The Vetiver Network International est une organisation américaine à but non lucratif (code US IRS 501 (3)(c)) ayant pour but la promotion à l'échelle mondiale du Système Vetiver.

