



# **PROTECTION DES INFRASTRUCTURES par le VÉTIVER**

**Paul Truong**

Traduction par DynaEntreprises, Dakar

## **INTRODUCTION**

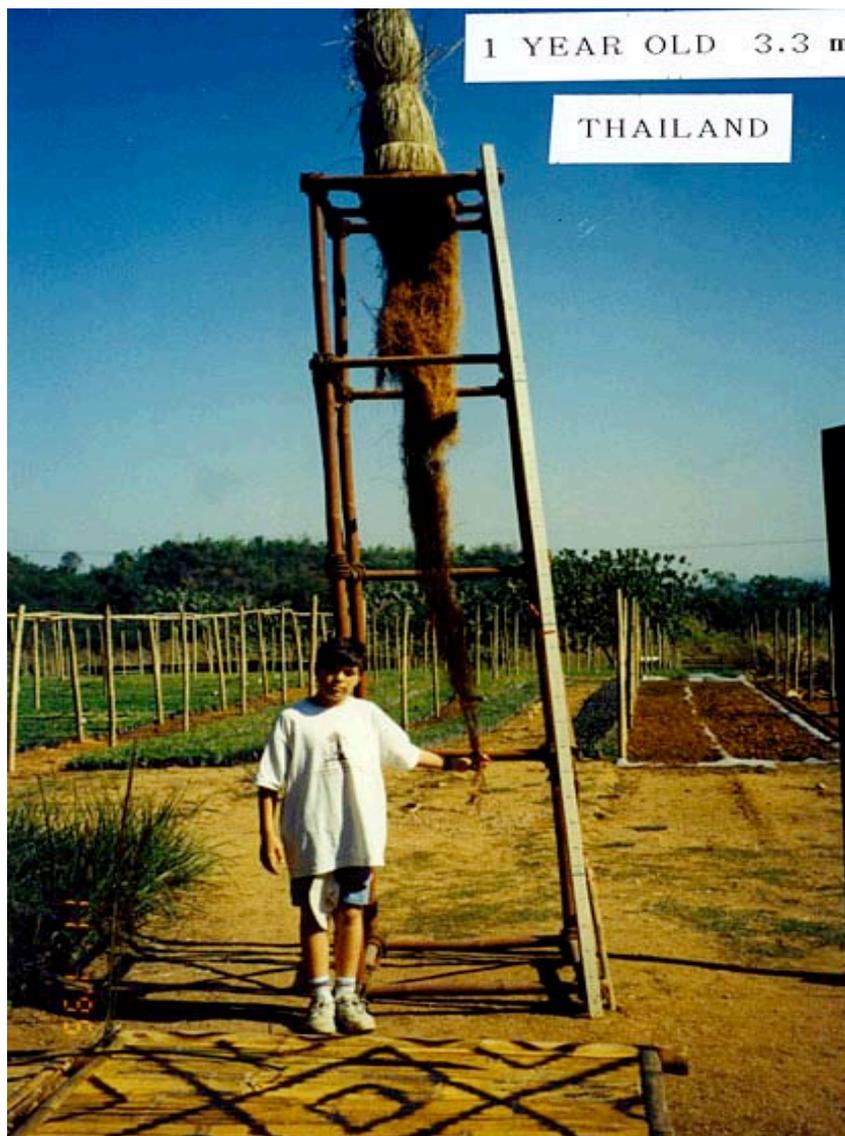
La Technologie du Vétiver (VGT) fut tout d'abord conçue pour la conservation des sols et de l'eau des exploitations agricoles. Alors que cette application est toujours essentielle à la vie des terres arables, les caractéristiques morphologiques, physiologiques et écologiques exceptionnelles du vétiver, y compris sa tolérance aux conditions les plus défavorables ont une fonction-clé dans la protection des infrastructures.

## **Les caractéristiques exceptionnelles du Vétiver sont idéales pour la protection des infrastructures**

### **Caractéristiques morphologiques**

Le Vétiver ne dispose de rhizomes ni de surface ni souterrains et son système racinaire massif et bien structuré atteint une profondeur de 2 à 3 mètres au cours de la première année. Ce réseau racinaire massif et épais fixe les sols et les compacte de la manière la plus solide. Ce réseau de racines très profondes confère également au Vétiver une grande tolérance à la sécheresse comme cela a été prouvé lors de la pire sécheresse survenue dans la province du Queensland, en Australie, au début des années 90 : la plante n'a pas seulement survécu mais elle a continué de pousser. En outre, le Vétiver dispose de caractéristiques enviables telles que :

- ♦ Une tige rigide et droite, pouvant résister à des niveaux d'eaux courantes (de 0,60 à 0,80 m).
- ♦ Constituer des haies très denses; lorsque les plants sont rapprochés, réduisant ainsi la vitesse des eaux de ruissellement et constituant des filtres très efficaces.
- ♦ De nouvelles pousses émergent de la base, résistant ainsi aux piétinements et à la pression du broutage.
- ♦ De nouvelles racines se développent à partir de modules contenus dans les terres arables piégées. Le Vétiver continue de pousser sur les nouveaux niveaux du sol, formant éventuellement des terrasses, si la terre arable piégée n'est pas enlevée.



Racines d'un an : 3,3 m

***RACINES DENSES ET PROFONDES ( 2 mètres) D'UN VETIVER DE 13 MOIS***





Coupe verticale sur un remblai montrant une croissance racinaire de 3,6m pour un vétiver de 8 mois

### **Caractéristiques physiologiques**

- ♦ Une tolérance à des variations climatiques extrêmes telles des périodes prolongées de sécheresse, d'inondation, de submersion et des températures extrêmes allant de  $-10^{\circ}\text{C}$  à  $48^{\circ}\text{C}$  (en Australie) et même plus élevées en Chine, en Inde et en Afrique.
- ♦ Une capacité à repousser très rapidement après avoir été affecté par la sécheresse, le gel, la salinité et autres conditions défavorables des sols et ce, dès que cessent ces effets défavorables.
- ♦ Une gamme étalée de pH du sol (de 3.0 ) 10.5)
- ♦ Un niveau de tolérance élevé à la salinité des sols et à leur teneur en sodium et acide sulfurique.

### **Caractéristiques écologiques**

Bien que le Vétiver présente une grande tolérance à des conditions extrêmes de sols et de climats, il ne supporte pas l'ombre et le manque de lumière. L'ombrage réduit sa croissance

et, dans des cas extrêmes, peut aller jusqu'à tuer la plante à la longue. La meilleure croissance du Vétiver s'obtient donc à ciel ouvert et il conviendra de veiller à enlever les mauvaises herbes pendant la période d'établissement de la plante.

Du fait de ces caractéristiques, le Vétiver peut être considéré comme une plante pionnière pour les terres à problèmes. Tout d'abord, le Vétiver stabilise les terres exposées à l'érosion (en particulier sur les pentes très prononcées), ensuite, il améliore leur micro-environnement permettant à d'autres plantes semées ou accidentellement présentes de s'établir par la suite. Si les espèces plantées ou indigènes au pays et envahissantes telles des arbres ou arbustes, poussent plus haut que le Vétiver, elles finiront par lui faire de l'ombrage, réduisant sa croissance et, à long terme (si cela est désiré) peuvent remplacer le Vétiver comme agent stabilisateur. Il résulte d'observations faites dans le Nord de l'Australie que si le Vétiver est envahi par des espèces locales, elles peuvent, en deux ans, réduire substantiellement la croissance du Vétiver. En combinaison avec d'autres espèces locales, le Vétiver est par conséquent, très approprié pour la réhabilitation des terres.

### **Le potentiel mauvaise herbe**

Il est impératif que toutes plantes utilisées à des fins de bio-ingénierie ne deviennent pas de mauvaises herbes dans l'environnement local. Un éclat stérile a été choisi parmi plusieurs éclats existant en Australie et rigoureusement testé pour sa stérilité. Cet éclat a été enregistré dans le Queensland, en Australie, sous le nom de Vétiver Monto.

Dans les Iles Fidji où le Vétiver a été introduit depuis plus de 100 ans et largement utilisé depuis plus de 50 ans aux fins de conservation des sols et de l'eau, le Vétiver n'est pas devenu mauvaise herbe dans son nouvel environnement.

Le Vétiver peut être facilement éliminé soit en le pulvérisant au glyphosate ou en le déracinant pour le laisser sécher.

### **Caractéristiques génétiques**

Deux espèces de Vétiver sont actuellement utilisées pour la conservation des sols : il s'agit de la *Vétiveria zizanioides* L. et de la *Vétiveria nigrimana*. Cette dernière est originaire de l'Afrique Australe et de l'Ouest et son application se limite surtout à ce sous-continent et, étant donné que cette espèce produit des graines pouvant germer, son application devrait se limiter à ses zones d'habitat naturel.

Il existe deux génotypes de *Vétiver zizanioides* actuellement utilisés dans le Sud de l'Asie aux fins de conservation des sols et de l'eau, à savoir :

- ♦ Le génotype sauvage et à graines du Nord de l'Inde, et
- ♦ Le génotype stérile ou à très basse fertilité du Sud de l'Inde

Le génotype du Sud de l'Inde est le principal éclat utilisé pour la production d'huile essentielle et c'est, à présent, le génotype utilisé à travers le monde pour la conservation des

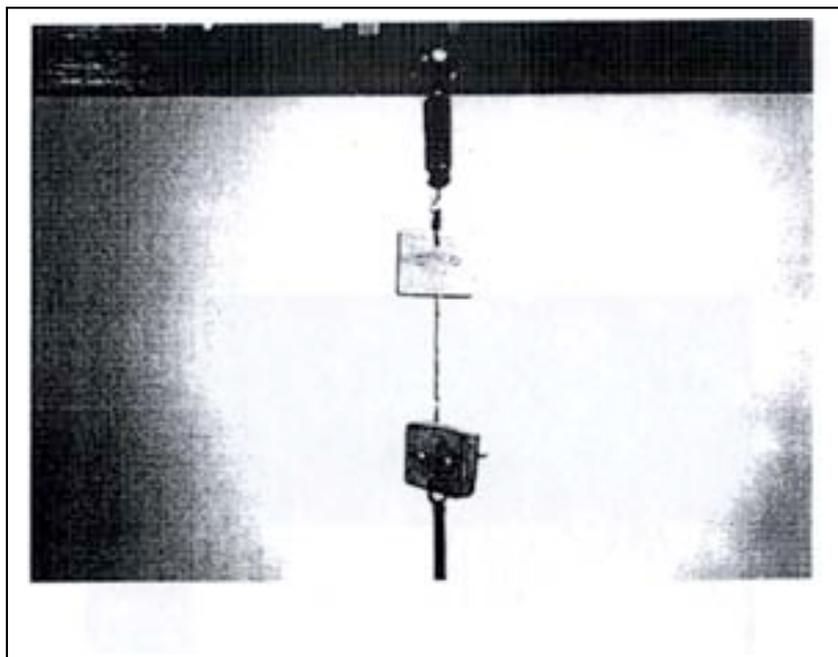
sols et de l'eau, en raison des caractéristiques exceptionnelles et enviables mentionnées plus haut. Les résultats du Programme d'identification du Vétiver récemment obtenus, par typage ADN, dirigé par Adams et Dafforn ont démontré que sur les 60 échantillons fournis par 29 pays situés de la zone de l'Asie du Sud, 53 (ou 88%) étaient un simple clone du *Vétiver zizanioides*.

## Principales causes de l'instabilité des pentes

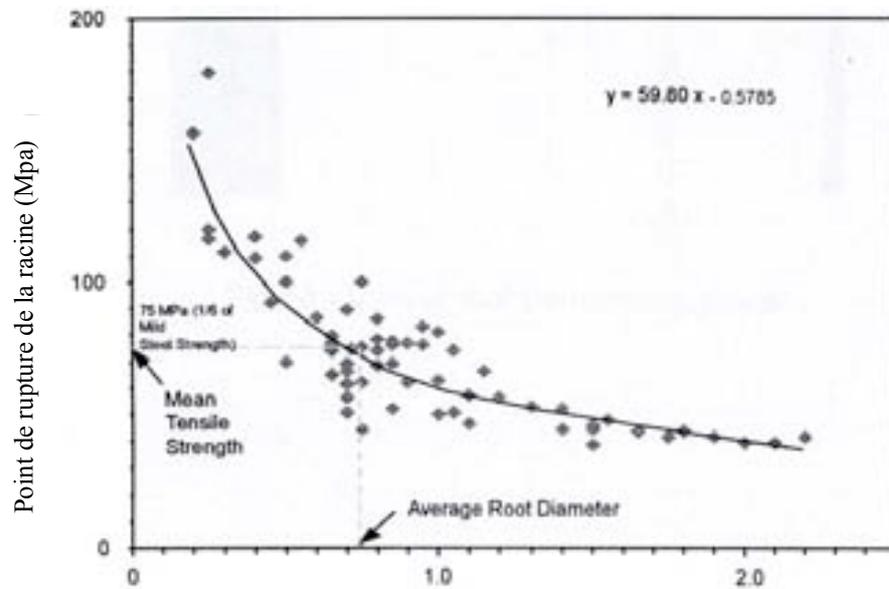
Les causes principales de l'instabilité des pentes sont l'érosion de surface et la faiblesse structurelle de la pente elle-même. Alors que l'érosion de surface résulte souvent en rigoles et ravins, la faiblesse structurelle provoque un mouvement de masse et un glissement de terrain.

## Point de rupture et capacité de résistance des racines du Vétiver

Les travaux de recherches dirigés par Diti Henchaovanich, en Malaisie, ont démontré que le point de rupture des racines du Vétiver augmentait avec la réduction du diamètre des racines ; ce phénomène signifie donc que des racines fines et fortes ont une résistance plus élevée que les racines plus larges. Le point de rupture des racines du Vétiver varie entre 40 et 180Mpa pour une gamme de diamètres de racines s'étalant de 0,2 à 2,2 mm. La force de rupture moyenne est de 75 Mpa (équivalent approximatif d'un sixième de fer normal) pour un diamètre de racine de 0,7 à 0,8 mm, qui est la taille la plus commune des racines de Vétiver. Ceci démontre que les racines de Vétiver sont aussi solides, si ce n'est plus, que de nombreux types de bois dur qui se sont avérés utiles pour le renforcement des racines sur des pentes très prononcées.



Appareil de mesure de la résistance des racines à la force de tension

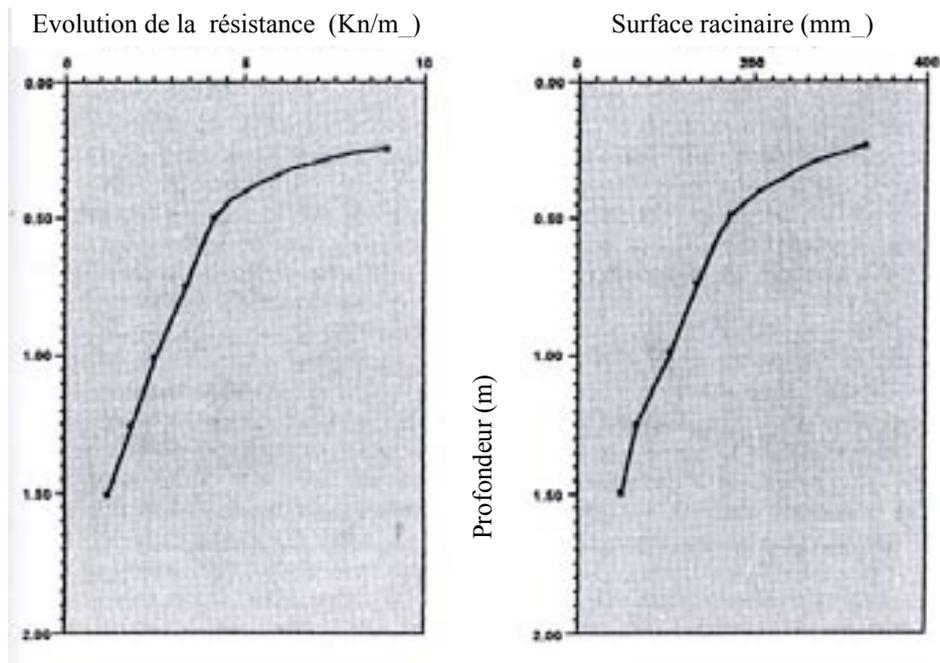


Diamètre de la racine (en millimètres)

### Distribution du point de rupture en fonction du diamètre de la racine

Au cours des tests effectués pour mesurer les capacités de résistance au sol, ils ont trouvé que la pénétration racinaire d'une haie de Vétiver de deux ans, avec espacement de 15 cm, peut augmenter de 90% à une profondeur de 0,25 m, la capacité de résistance du sol sur une bande adjacente de 50 cm de largeur.

Cette augmentation de la capacité de résistance se réduit à 39% à 50 cm de profondeur et à 12,5% à 1 mètre de profondeur. En outre, du fait de son réseau racinaire dense et massif, le Vétiver procure une meilleure augmentation de la capacité de résistance par unité de concentration de fibres (6 à 10 Kpa/kg de racines par mètre cube de terre), comparé à 3,2 à 3,7Kpa/kg pour les racines des arbres.



**Comparaison de l'évolution de la capacité de résistance en fonction de la surface racinaire du Vétiver, avec indication de la profondeur de pénétration des racines.**



**Test in situ de la résistance des racines de vétiver au cisaillement**

Hengchaovanich a également noté que le Vétiver pouvait pousser à la verticale sur des pentes de plus de 150%, poussant plus rapidement et procurant davantage de renforcement, prouvant la supériorité du Vétiver sur les autres plantes en matière de stabilisation des pentes. Une autre de ses caractéristiques moins connues qui le distingue des autres plantes à racines est sa capacité de pénétration. Sa force « naturelle » et sa vigueur lui permettent de pénétrer les sols réputés difficiles, les terrains durs ou des strates rocheuses à points faibles. Elle a même réussi à percer des chaussées bétonnées. Et Hengchaovanich d'ajouter qu'en vérité, l'on peut dire que les racines du Vétiver agissent fondamentalement comme des pointes vivantes de la terre ou des chevilles de 2 à 3 mètres de profondeur généralement utilisées dans « l'approche dure » d'une opération de stabilisation de pente.

## **Stabilisation des pentes raides par la Technologie du Vétiver (VGT)**

De manière générale, une bonne couverture végétale fournie par du paillis est très efficace contre l'érosion de surface et des plantes aux racines profondes telles les arbres et arbustes contribuent au renforcement structurel des sols. Cependant, sur les pentes nouvellement créées, la couche superficielle n'est pas toujours bien consolidée et ainsi se produit souvent une érosion de rigoles et de ravins même sur les pentes très bien couvertes. Pour ces dernières, un renforcement structurel est également nécessaire, immédiatement après leur construction mais les arbres sont lents à pousser et à fixer sur un environnement aussi difficile. Le Vétiver lui, pousse très vite et peut fournir, par son réseau de racines très étalé et profond, la force structurelle nécessaire, dans des délais relativement courts.

Les trois principales contributions de la Technologie du Vétiver dans la stabilisation des pentes très accentuées sont le fait de :

- ♦ Son réseau racinaire très profond et très tendu.
- ♦ Du point de rupture élevé de ses racines.
- ♦ De la densité des haies de Vétiver qui peuvent servir pour ralentir et contrôler l'écoulement des eaux de ruissellement.

Sur les longues pentes, il est généralement recommandé des haies de contour pour étaler les eaux de ruissellement et les canaliser vers des zones d'évacuation sûres. Cependant, pour les pentes moins longues, une plantation dense et dispersée est recommandée pour un maximum d'efficacité.

En conclusion, le rôle du Vétiver dans la stabilisation des pentes ne devrait pas être assimilé à celui des espèces utilisées pour le taillis, ni le coût d'établissement du Vétiver être comparé à celui du taillis.

## **Principaux avantages de la Technologie du Vétiver**

*Le premier avantage* de la Technologie du Vétiver (VGT) sur les mesures conventionnelles d'ingénierie est la modicité de son prix. Dans le cadre de la stabilisation des talus, l'épargne est de l'ordre de 85 à 90% en Chine et aux Philippines. L'on peut s'attendre à des épargnes de même grandeur en Australie où les économies sont basées sur les coûts locaux des deux technologies. Localement, il est estimé qu'une économie de 100.000 dollars australiens peut être faite lorsque le VGT est incorporé dans la conception d'un dalo de 60 mètres sur la grande route reliant Inglewood à Goondiwindi, dans le Border District.

*Le second avantage*, comme pour d'autres technologies de bio-ingénierie, est que le VGT fournit une méthode naturelle et compatible à l'environnement pour la réduction des effets de l'érosion et la stabilisation des sols, méthode qui «adoucit» l'aspect rugueux souvent conféré aux mesures conventionnelles d'ingénierie, telles les structures de ciment et de pierres. Ceci est particulièrement important dans les zones urbaines et semi-rurales où la dégradation visible de l'environnement par des infrastructures de développement est souvent cause de soucis majeurs pour les populations locales.

*Le troisième avantage* est, à long terme, son faible coût de maintenance. Contrairement aux structures conventionnelles d'ingénierie, l'efficacité de la technologie de bio-ingénierie s'améliore avec le temps et la maturité du couvert végétal. Bien que le VGT nécessite un bon programme de maintenance pendant les premières années, une fois qu'il est établi, il se suffit pratiquement à lui-même dans le long terme.

## **Contrôle de qualité**

Les facteurs les plus importants pour déterminer le succès ou l'échec de l'application du VGT aux constructions civiles sont, dans l'ordre :

- ♦ Des matériaux de plantation de bonne qualité.
- ♦ Un schéma de conception approprié.
- ♦ Un arrosage adéquat pendant la phase d'établissement.
- ♦ Des analyses chimiques, du matériau de base ainsi que de la couche superficielle pour déterminer les besoins en engrais et l'amendement éventuel des sols avant plantation.
- ♦ L'arrachage des mauvaises herbes chaque fois que de besoin.

## **Conceptions et techniques appropriées**

Il faut souligner que le VGT est une technologie nouvelle et, en tant que telle, elle doit être proprement apprise et appliquée pour obtenir les meilleurs résultats. Manquer à cette obligation mènerait à des résultats décevants et parfois à l'opposé de vos attentes. Comme technique de conservation des sols et plus récemment, comme instrument de bio-ingénierie, l'application du VGT nécessite des connaissances en biologie, en sciences des sols ainsi que des principes hydrauliques et hydrologiques.

L'on doit également comprendre que, par sa classification botanique, le Vétiver est une herbe mais qu'il agit plus en arbre qu'en herbe typique par son système racinaire très étalé et profond. Pour ajouter à la confusion, le VGT exploite ses différentes caractéristiques à des applications diverses telles, par exemple, les racines profondes pour la stabilisation des sols, sa croissance en épaisseur pour l'étalement des eaux et pour piéger les terres arables et enfin son extraordinaire tolérance à divers produits chimiques pour la réhabilitation des terres etc.....

Les échecs de la Technologie du Vétiver peuvent être attribués, dans la plupart des cas, à de mauvaises applications, plutôt qu'à la plante elle-même ou à la technologie recommandée. Par exemple, dans un cas où le Vétiver a été utilisé pour stabiliser les talus d'une nouvelle grande route aux Philippines, les résultats furent fort décevants et il y eut un échec total dans l'établissement comme dans la stabilisation des pentes. Il fut découvert plus tard que depuis les ingénieurs qui avaient spécifié l'application du Vétiver en passant par la pépinière qui avait fourni les matériaux de plantation jusqu'au chef de chantier et aux travailleurs qui ont planté le Vétiver, aucun d'entre eux n'avait eu une expérience antérieure d'une telle opération ou bénéficié d'une formation dans l'utilisation du Vétiver pour stabiliser les pentes raides de telles structures.