

LA STABILISATION DE LAVAKA DANS LA REGION DU LAC ALAOTRA MADAGASCAR

par

ANDRIAMBOLASOA Belzard

ANAE, B.P. 5092, Tél. 261 (20) 22 32289, Antananarivo/MADAGASCAR

RESUME:

Le lavaka, un phénomène érosif quasi généralisé dans la région du Lac Alaotra affecte cette partie de Madagascar située sur les Hautes Terres Centrales à environ 160 km au nord-est d'Antananarivo.

Le lavaka est une forme d'érosion constituée d'un ravin profond, élargi de 30 à 200 mètres d'envergure, en forme d'entonnoir en amont et rétréci en aval pour former l'exutoire réduit à 2 à 3 mètres de large. Sa profondeur peut varier de 10 à 30 mètres. Il est caractérisé par une grande excavation à parois quasi verticales au flanc d'une colline. Il se forme généralement sous savane herbeuse appelée communément ici "tanety à bozaka".

Chaque année, à la période des pluies, les lavaka déversent dans les zones de bas fonds constituées de rizières, de marécages et du lac lui-même, des milliers de tonnes de sédiments entraînant l'envasement et l'ensablement de plusieurs milliers d'hectares de superficies cultivées.

Face à ce phénomène contre lequel aucun organisme n'est engagé pour trouver des solutions, des actions de stabilisation par la recherche de techniques faciles ont été menées avec des groupements paysans pour essayer de réduire les effets de ruissellement et de protéger les zones habitées et cultivées en aval des versants. Les principales interventions sont les suivantes:

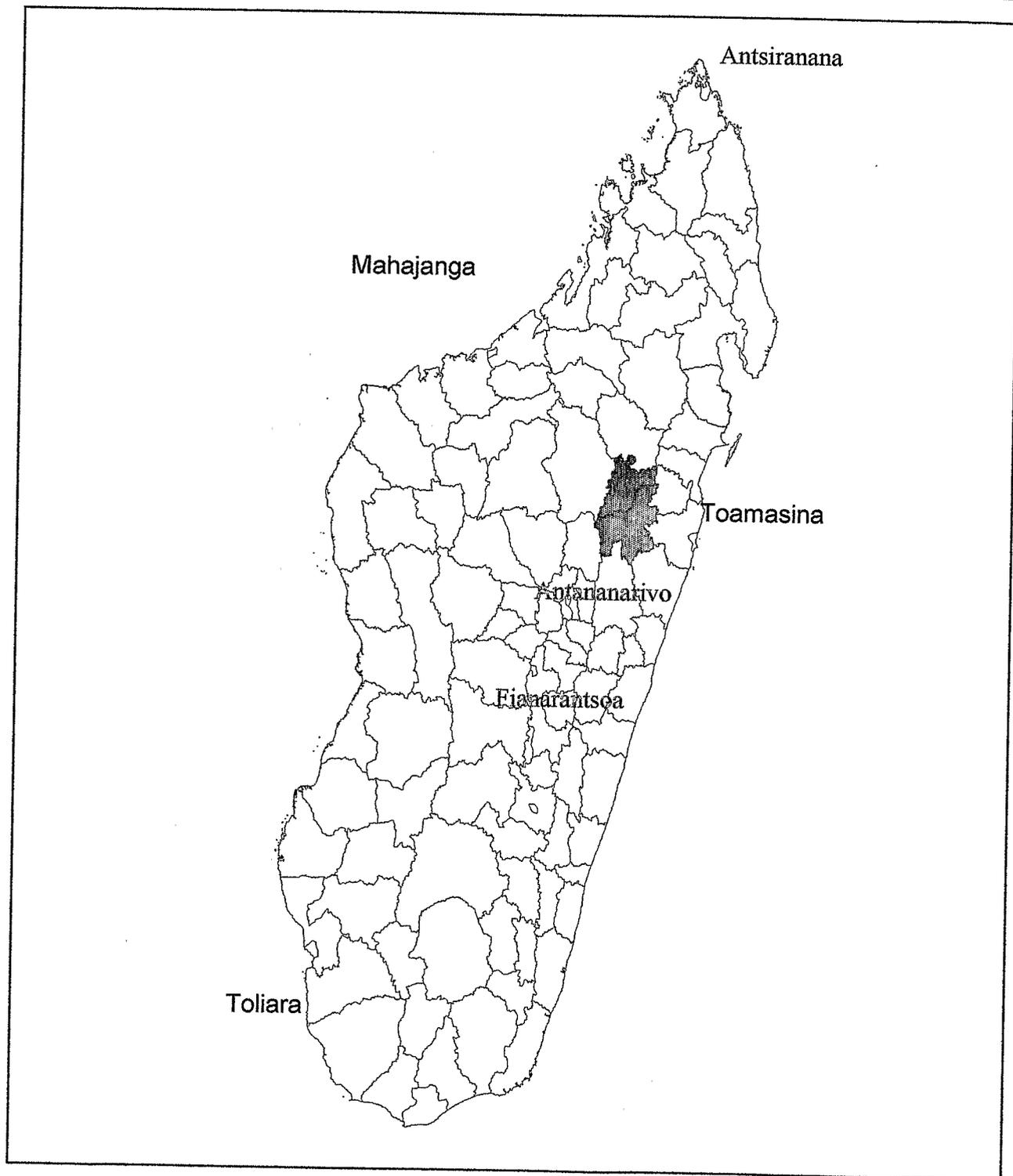
- ◆ le reboisement des versants qui n'ont plus aucune vocation agricole dans le but de favoriser l'infiltration et amortir la vitesse de ruissellement;
- ◆ la mise en place de fascines et de barrières végétales;
- ◆ l'embroussaillage à l'intérieur du lavaka, sur les parties retenues par les fascines par des espèces autochtones à croissance rapide (*Aronga madagascariensis*, *Lantana camara*, *Grevillea banksii*, etc) et d'autres espèces pour tester leur pouvoir de fixation jugé efficace dans d'autres situations.

Ces techniques appliquées de façon raisonnée au niveau des lavaka depuis 4 ou 5 ans ont donné des résultats qui vont au-delà des espérances car dès le départ, même la mise en place d'importants ouvrages (gabions) sensés ralentir l'érosion naturelle et retenir le maximum de terre ne semblait pas être adaptée au contexte imprévisible de ces phénomènes.

Des terrains situés juste en aval des lavaka ont pu être récupérés voici deux ans entraînant une redynamisation de la lutte contre l'extension des lavaka dans le milieu rural.

MOTS CLES: érosion,, bassins versants, lavaka, ensablement, fascine, reboisement, embroussaillage

Carte de localisation de la
région de l'Alaotra



I. PRESENTATION GENERALE

L'Association Nationale d'Actions Environnementales – A.N.A.E. – à travers les mini-projets de conservation des sols qu'elle finance, intervient depuis 1992, dans une région qui constitue une entité géographique, la cuvette du Lac Alaotra à forte potentialité rizicole.

Sur les Hautes Terres Centrales de Madagascar, la région du Lac Alaotra est une vaste dépression située à environ 160 km à vol d'oiseau au nord-est de la capitale Antananarivo. De forme allongée dans un espace de 28 000 km², elle est délimitée à l'est et à l'ouest par des reliefs qui sont fortement disséqués par l'érosion et dont certains culminent à 1500 m d'altitude. La partie basse à fond très plat, vers 760 m, est occupée par un lac d'une superficie de 200 km²; ce lac est ceinturé par un marais caractérisé par une végétation dense de *Cypéracées*.

C'est une zone agro-écologique assez homogène bénéficiant d'une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 1000 et 1200 mm.

Les sols sont en général assez diversifiés à base ferralitique. En zone forestière, ce sont des sols rouges et des sols jaunes sur rouge caractéristiques des régions chaudes et humides. Sur relief de dissection, ce sont des sols ferralitiques jaunes ocre peu propices à l'agriculture ou des sols limoneux-sableux associés à des sols peu évolués d'érosion. La région comporte également des sols hydromorphes à texture argileuse, des sols hydromorphes tourbeux et des sols hydromorphes minéraux. Ces derniers types de sols sont en général consacrés à la riziculture qui fait de la région, notamment par sa superficie, le premier grenier à riz de Madagascar.

A l'est, sur les rebords de la falaise Betsimisaraka, et à l'ouest sur les contreforts de la dernière falaise vers les Hauts-plateaux, la végétation est constituée par la forêt naturelle ombrophile suivie sans transition par une savane herbeuse à *Loudetia*, *Aristida* ou dans les cas favorables *Hyparrhénia*. Dans les zones marécageuses du lac, on trouve une végétation de cypéracées.

Les rizières de bas fonds constituent la portion la plus importante des terres cultivées. Les collines et les versants ("tanety") sont diversement exploitées pour la production vivrière.

Les forêts et les reboisements sont exploités de façon anarchique entraînant un faciès de dégradation caractéristique de la région. D'ailleurs, la fabrication de charbon en forêt, en dépit de la réglementation, provoque souvent des feux accidentels qui dégénèrent en "feux de brousse", voire en feux de forêt.

Les pâturages sont exploités en faisant recours au feu de renouvellement dont les successions aboutissent à la dévitalisation des souches végétales et à un abaissement du taux de couverture du sol. Ceci aboutit à une mauvaise protection et à l'entraînement de la terre superficielle de support. La pratique est donc préjudiciable à la prairie et aux terrains de culture en aval.

Dans cet ensemble et notamment autour du lac Alaotra, l'érosion se manifeste par les lavaka, formes les plus spectaculaires de l'érosion en ravine que d'aucun tend même à faire relever du domaine des phénomènes géologiques.

II. PROBLEMATIQUE ENVIRONNEMENTALE

Dans cette région où la superficie mise en valeur est constituée en majeure partie par la riziculture de bas fonds, les éléments d'origine humaine sont les facteurs les plus importants qui aggravent le phénomène d'érosion. Chaque année, les feux de brousse font disparaître des milliers d'hectares de couverture végétale. Même les zones dénudées à *Aristida* ne sont pas épargnées favorisant l'érosion en surface et en ravine entraînant la formation de lavaka, l'envasement et l'ensablement des rizières et des zones habitées en aval des bassins versants. Le climat lui-même semble en être affecté et la pluie pour les cultures manque de plus en plus.

Face à un accroissement démographique galopant dont la pression est de plus en plus sensible sur un milieu et un environnement fragilisés, l'érosion se manifeste par ses diverses formes, le manteau végétal de couverture et de protection se dégrade sous le coup d'une exploitation et d'une utilisation irrationnelles.

III. DIFFERENTES FORMES D'EROSION

On peut distinguer différentes formes d'érosion autour du lac qui peuvent être accentuées selon la pente du bassin versant et le couvert végétal qui s'y trouve. Il s'agit de:

a- l'érosion en nappe

Cette forme d'érosion est la conséquence directe des précipitations. Elle est due à l'action de ruissellement des eaux de pluies qui coulent en nappe sur un terrain en pente. La force de l'eau arrive à arracher progressivement les particules du sol. De ce fait, la couche superficielle du terrain est érodée de manière plus ou moins uniforme.

C'est la forme la plus insidieuse de l'érosion, car son effet n'est décelé qu'après une longue période. Elle n'est constatée que lorsque les touffes d'herbes dans les savanes finissent par se mettre en relief.

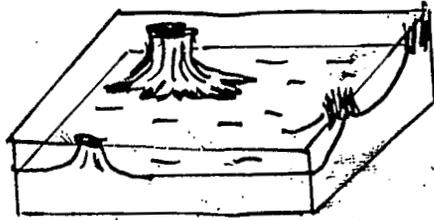
Cette forme d'érosion est aggravée par les feux de brousse, les surpâturages qui réduisent le couvert végétal. (voir figure 1)

b- l'érosion en rigole

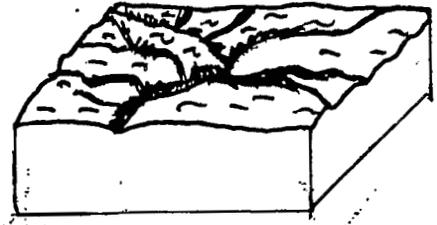
Ce type d'érosion se produit sur les terrains plus ou moins escarpés. A cause des irrégularités de surface sur ces terrains, l'eau trouve des dépressions pour se nicher, formant ainsi des rigoles situées en aval. L'écoulement chemine dans des petits filets qui entaillent le sol sur plusieurs centimètres en profondeur. (voir figure 1)

c- l'érosion en ravine

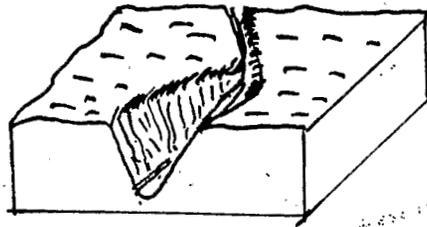
Lorsque l'érosion en nappe ou en rigole s'accroît, celle-ci dégénère en érosion en ravine. En effet, lorsque l'écoulement est très abondant, il se concentre suivant certain axe et provoque le ravinement. Une ravine se forme en général à partir de l'aval d'une pente et grignote le sol d'une façon régressive en remontant vers le sommet d'un versant. Le ravinement est dû souvent aux actions de l'homme et des troupeaux d'animaux. (voir figure 1)



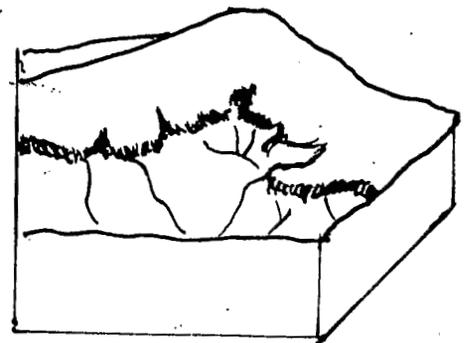
Erosion en nappe



Erosion en rigole



Erosion en ravine



Erosion en lavaka

Figure 1: Les principales formes d'érosion

d- l'érosion en lavaka

Le lavaka est une forme particulière d'érosion en ravine très répandue à Madagascar. Cette forme d'érosion est caractérisée par une profonde excavation à parois quasi verticales au flanc d'une colline. Certains ont des formes digitées plus ou moins ramifiées mais présentant toujours une paroi verticale. Il s'agit alors d'un ravin profond, élargi de 30 à 200 mètres d'envergure, en forme d'entonnoir en amont et rétréci en aval pour former l'exutoire réduit de 2 à 3 mètres de large. Sa profondeur peut varier de 10 à 30 mètres. Vu en transversal, un lavaka a la forme en V ou en U selon son stade d'évolution et se termine par un goulet étroit.

L'intérieur du lavaka est encombré d'éboulis d'effondrement des terrains de l'ancienne surface tombés dans l'excavation. Le lavaka peut prendre naissance à n'importe quel point de la surface d'une colline. Son évolution se ralentit lorsque la végétation s'établit à l'intérieur.

Ce sont souvent des sols à forte teneur argileuse qui subissent l'action de l'érosion en lavaka.

Les lavaka se forment en général sur les terrains présentant une pente assez forte.

Les conditions de formation d'un lavaka sont complexes. L'avis des chercheurs diffère sur l'importance de chaque cas. En général, les lavaka sont engendrés par une situation hydrogéologique naturelle donc une cause interne et d'autres facteurs externes tels que l'homme et les troupeaux d'animaux.

L'aspect hydrogéologique s'explique par le fait que les argiles dans les couches inférieures du sol se caractérisent par une forte densité de l'écoulement souterrain à cause des éléments du sous-sol tels que les couches sableuses, blocs rocheux ou fissures de dessiccation. Lorsque l'eau souterraine entraîne des particules, ceci provoque des affaissements internes qui se répercutent en surface, favorisant l'érosion externe. Dès que la couche supérieure plus compacte est fissurée, le ruissellement de surface s'engouffre dans les fentes et atteint la couche altérée sous-jacente. La couche supérieure se brise alors par éléments successifs en remontant la pente. Ceci est à l'origine des effondrements et des éboulis à l'intérieur des lavaka.

Les actions de l'homme et des animaux conditionnent aussi la formation des lavaka. Les feux de brousse et le piétinement par le bétail à la surface du sol, produisent des fentes de dessiccation. Au moment des fortes pluies, une quantité importante d'eau pénètre dans les fentes et arrive jusqu'à la zone d'altération, ce qui provoque le déclenchement de l'érosion en lavaka.

Il faut signaler que c'est cette forme d'érosion déverse chaque année, à la période des pluies, dans les zones de bas fonds constitués de rizières, de marécages et du lac lui-même des milliers de tonnes de sédiments entraînant l'envasement et l'ensablement de plusieurs milliers d'hectares de superficies cultivées.

Face à ce phénomène contre lequel aucun organisme n'est engagé pour trouver des solutions, des actions de stabilisation par la recherche de techniques faciles ont été menées par l'ANAE avec des groupements paysans pour essayer de réduire les effets de ruissellement et de protéger les zones habitées et cultivées en aval des versants.

IV. LES TECHNIQUES DE STABILISATION DES LAVAKA

Ce sont des solutions techniques à moyen et long terme car leurs effets ne sont palpables que vers la cinquième année d'application. Ces solutions visent à réduire les apports solides atterrissant vers les bas fonds. Elles s'adressent surtout à des collines où la pente peut dépasser 25 % et où les cultures sont en général défavorables.

Les principales interventions menées avec les paysans sont les suivantes:

- ◆ le reboisement des versants qui n'ont plus aucune vocation agricole dans le but de favoriser l'infiltration et amortir la vitesse de ruissellement;
- ◆ le traitement ou la correction de lavaka par la mise en place de fascines et de barrières végétales;
- ◆ la mise en place d'un "couloir végétal " en bas de pente, constitué d'arbres fruitiers, de canne à sucre, de bananiers et de haies de vétiver.

a- le reboisement

Le reboisement sur les hauteurs des collines constitue la meilleure protection reconnue par la majorité des spécialistes de l'environnement. Dans la plupart des cas, il s'agit de reboisement d'*Eucalyptus*. Ce couvert végétal constitue une solution durable et faisant partie des actions à long terme de la lutte contre l'érosion et sa vulgarisation ne pose pas de problèmes. En effet, les plantes interviennent de façon multiple à la résistance à l'érosion:

- ◆ par leurs racines, elles favorisent l'infiltration de l'eau dans le sol et réduit le ruissellement de surface;
- ◆ par leur résistance mécanique au ruissellement, elles constituent un obstacle qui ralentit la vitesse de l'écoulement superficiel favorisant ainsi l'évaporation et l'infiltration;
- ◆ par interception, elles jouent le rôle d'un écran protecteur contre l'action dynamique des pluies (effet "splash").

Au plan socio-économique, le reboisement présente beaucoup d'intérêts pour les paysans car il peut leur fournir à terme des bois d'énergie, des bois d'œuvre, etc.

Le choix de l'*Eucalyptus* par les paysans s'explique par sa croissance rapide par rapport aux autres espèces connues localement et qu'une fois exploité et coupé, il se régénère très facilement en broussaille. Sa résistance aux feux est également appréciable.

b- le traitement ou la correction des lavaka

Le traitement ou la correction des lavaka consiste à les stabiliser par des techniques mécaniques simples accompagnées par des techniques donnant la primauté au biologique. Le lavaka peut se stabiliser naturellement quand sa tête atteint le sommet de la colline où il se produit et que le couvert végétal à l'intérieur est suffisamment épais pour empêcher le départ des produits d'effondrement vers l'aval. Toutefois, certains lavaka particulièrement actifs

connaissent une évolution très rapide qu'il faut limiter même si le traitement à apporter pour leur stabilisation est souvent une œuvre de longue haleine et souvent onéreuse.

D'une manière général, le traitement mené avec les paysans pour stabiliser les lavaka a été axé sur:

b-1 En amont du lavaka

- la végétalisation de la bordure du ravin qui sert à retenir la terre et éviter le glissement du talus. On procède ensuite au reboisement ou à l'embroussaillage de la bordure du lavaka par du *Grevillea banksii*;

- la mise en place d'un fossé de diversion ou de protection au sommet pour éviter tout apport d'eau supplémentaire dans le lavaka, l'évacuation des eaux ainsi détournées s'effectuant loin du ravin, l'exutoire fixé par du vétiver. (pas profond, juste pour dévier l'eau)

b-2 A l'intérieur du lavaka

- la rectification du ravin par la mise en place d'une succession de petits barrages en bois ou en bambous (fascines) dont le nombre dépend de la longueur et de la pente du lavaka, le but ici, étant d'empêcher le départ des sédiments vers la sortie.

Le barrage principal est mis en place à la sortie du lavaka, à sa partie la plus rétrécie. C'est un barrage en gabion ou en bois fait avec des poteaux de 1m à 1,20m de hauteur, de 10 à 15cm de diamètre enfoncés jusqu'au refus dans la terre pour lui assurer un bon ancrage et favoriser ainsi l'atterrissement naturel des dépôts solides en amont ou encore un barrage de 2 rangées de fascines remplies de pierres à l'intérieur. Une fois le barrage rempli par les sédiments, les paysans prennent soin de celui-ci en talutant la partie aval par du remblai compacté qui sera engazonné pour lui donner une bonne stabilité. Une seconde étape est effectuée après cela.

Les barrages secondaires sont construits en aval du barrage principal et sont disposés l'un en aval de l'autre au fur et à mesure de leur remplissage par les sédiments non stoppés par le barrage principal. Ils sont ensuite renforcés comme décrits plus haut. Il existe de nombreux types de barrage secondaire:

+ barrage en grillage muni de piquets, délaissé par les paysans à cause de son coût relativement élevé et sa durée de vie assez courte; (voir figure 2)

+ fascines en bambous qui sont les plus économiques et présentent l'avantage de s'enraciner et de se développer très vite rendant le barrage plus durable; voir figure 3)

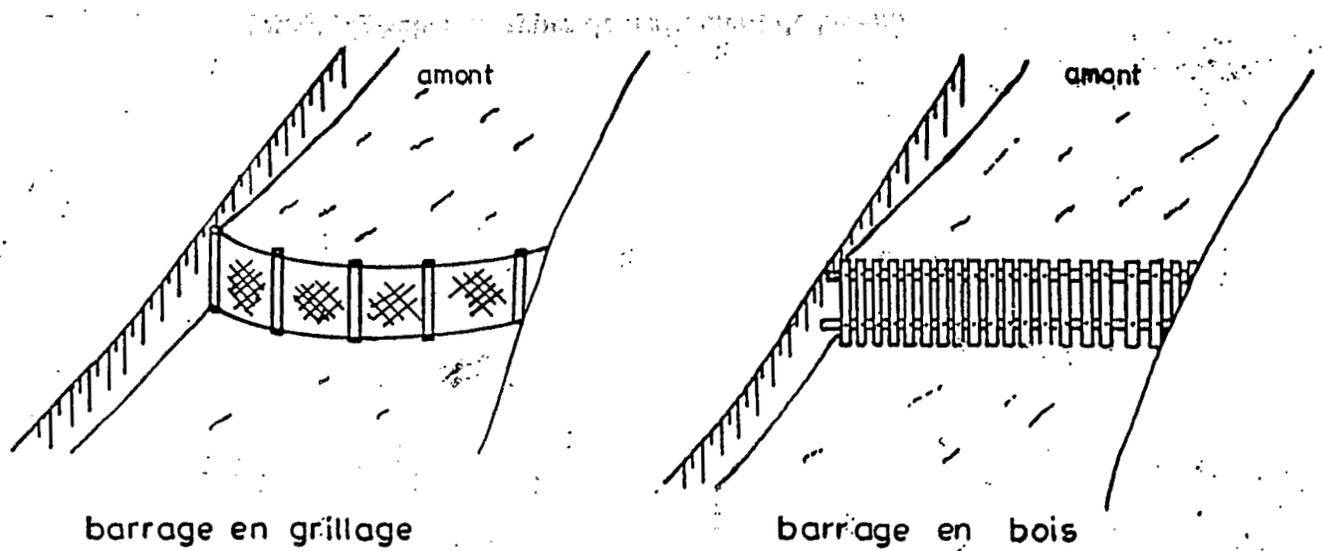
+ barrage en fascines et clayonnages faits de branches souples entrelacées.

- l'embroussaillage à l'intérieur du lavaka sur les parties retenues par les fascines par des espèces autochtones à croissance rapide comme *Arong madagascariense*, *Lantana camara*, *Grevillea banksii* et d'autres espèces pour tester leur pouvoir de fixation réputé efficace dans d'autres situations; on peut également utiliser les plantes comme le vétiver, le *Casuarina*, l'*Euclyptus grandis*.

Dans les cas où le lavaka a atteint une certaine stabilité, les paysans plantent à l'intérieur des bananiers en lignes alternées avec de la canne à sucre.

c- le couloir végétal en bas de pente

Il s'agit en fait, d'une succession de plantation d'arbres fruitiers tels que manguiers, avocats, bananiers, de canne à sucre et de plantes herbacées comme le vétiver qui vont constituer un dernier filtre contre l'envasement et l'ensablement des rizières et permettre ainsi la récupération de surfaces auparavant ensablées pour la culture.



Barrages secondaires

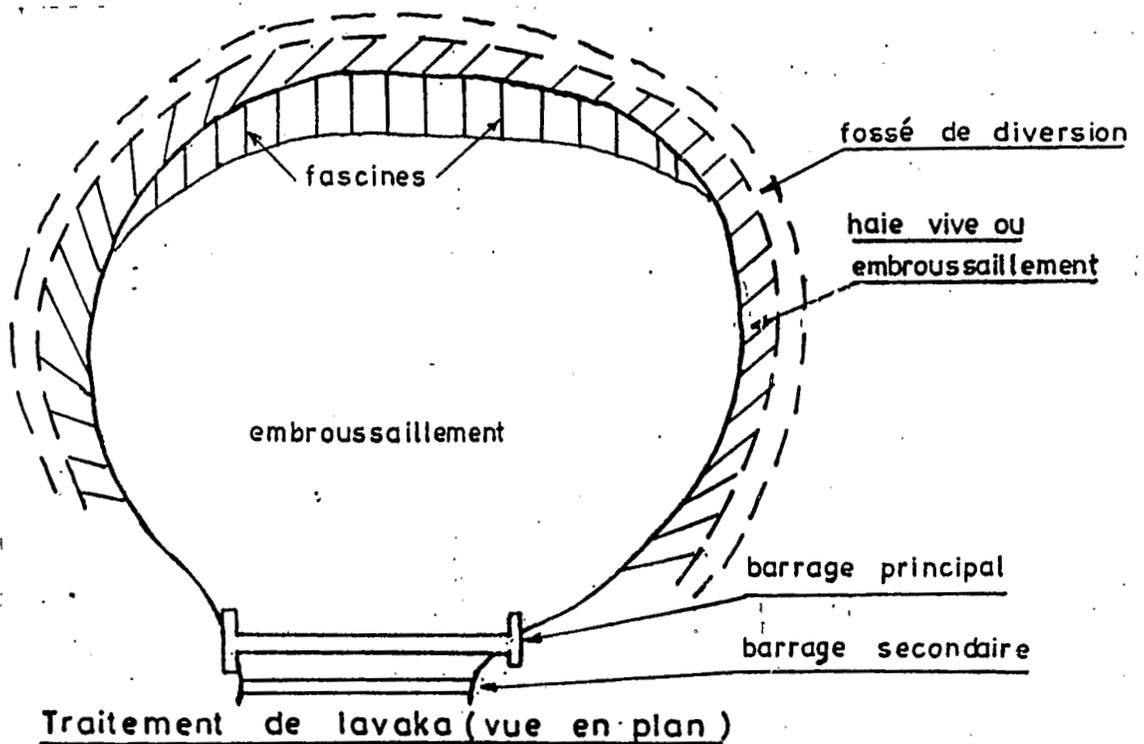


Figure 2: Schémas types de traitement de lavaka

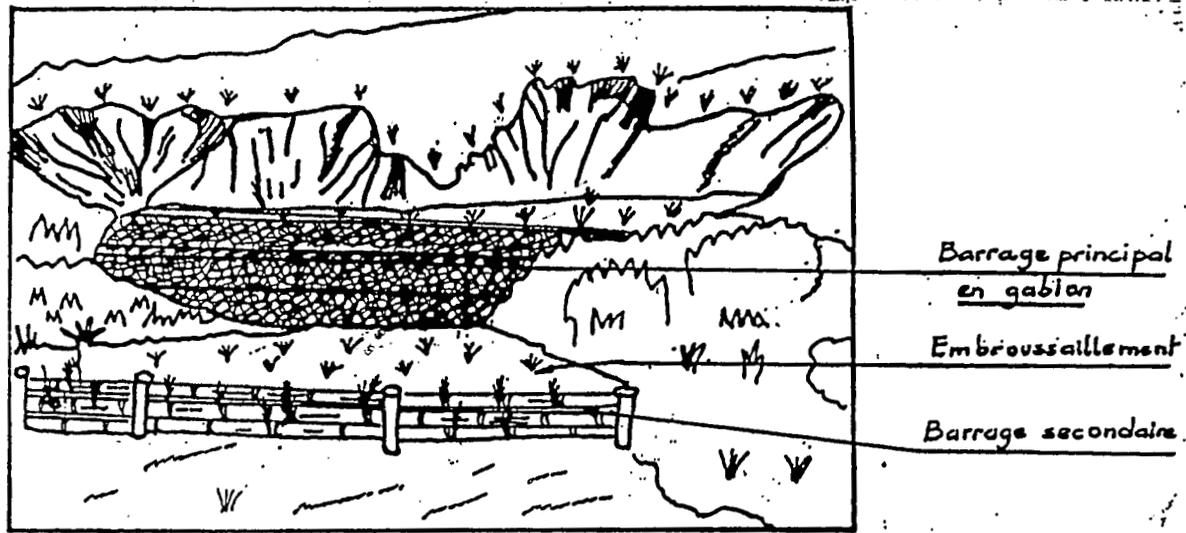
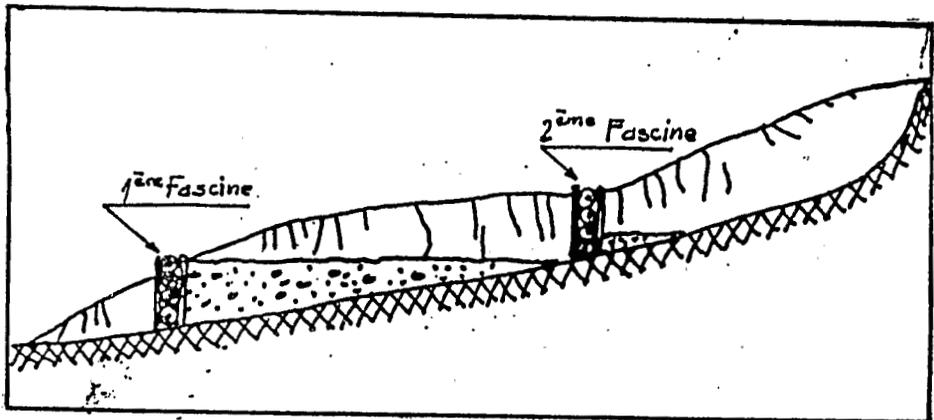
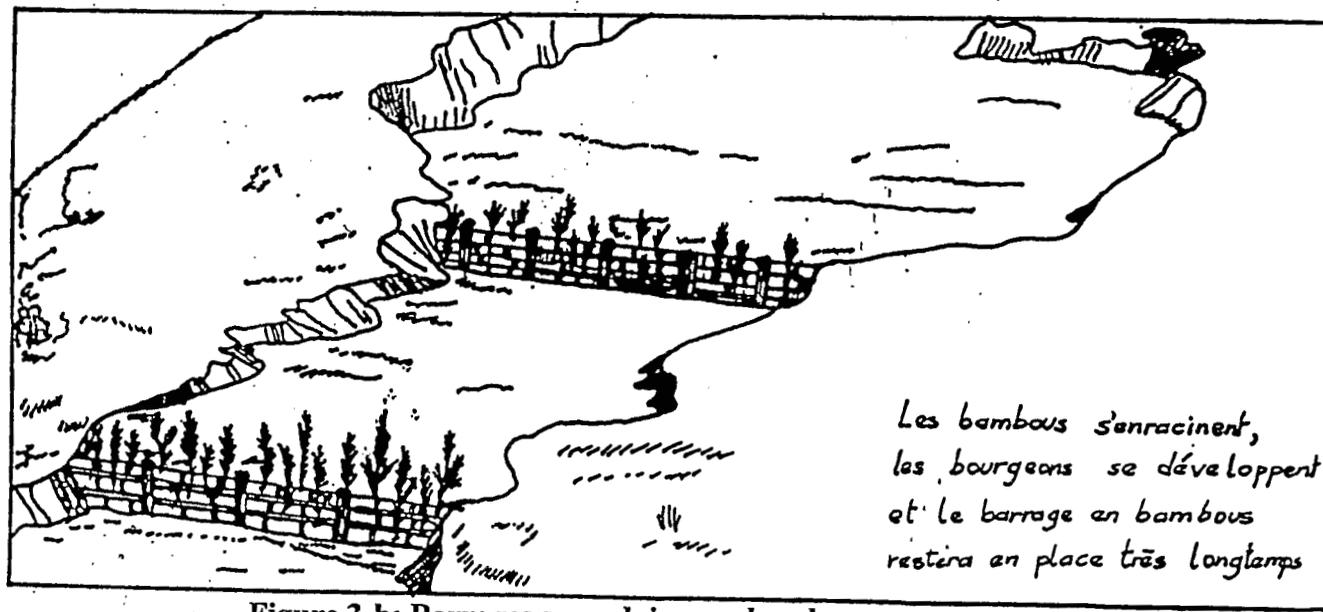


Figure 3-a: Traitement de lavaka



Vue en coupe longitudinale



Les bambous s'enracinent, les bourgeons se développent et le barrage en bambous restera en place très longtemps

Figure 3-b: Barrages secondaires en bambous

V. RESULTATS OBTENUS

Années	Nombre de groupements	Nombre de participants	Nombre de lavaka traités	Nombre de fascines	Longueur fascines (ml)	Volume de gabions (m ³)	Embroussaillement		Superficie récupérée (ha)
							Espèces	Nombre	
92/93	5	116	11	11	328,50	24	Grevillea Eucalyptus	17 635 12 500	-
93/94	9	80	15	17	245,80	20	Grevillea Eucalyptus	5 774 11 000	-
94/95	10	145	12	18	187,80	-	Eucalyptus	13 000	-
95/96	12	68	16	29	189,50	-	Grevillea Vétiver	8 770 2 500	-
96/97	14	74	38	51	179,50	-	Vétiver	3 600	4,00
97/98	18	76	24	34	187,00	-	Vétiver	3 800	6,00
98/99	26	120	34	44	205,00	-	Vétiver	4 100	12,00

Les lavaka ainsi traités sont ceux qui menacent directement les périmètres rizicoles directement situés en aval du versant et dont les superficies varient de 10 à 500 ha.

Si les paysans sont arrivés à endiguer l'envasement des rizières au bout de 4 ans de traitement et ont pu récupérer ainsi quelques hectares de terrain juste en aval des lavaka pour la riziculture, c'est qu'ils ont pu par là même sauver quelques centaines d'hectares situées plus en aval des bassins versants. Tout ceci met en exergue l'interdépendance entre les bassins versants et les périmètres rizicoles, en d'autres termes l'enchaînement érosion-ensablement.

VI. CONCLUSION GENERALE

Le succès obtenu au bout de la quatrième année a incité les paysans à continuer à adopter un comportement plus dynamique vis à vis de la protection des bassins versants, d'autant plus qu'on vient de commencer la réhabilitation physique des réseaux hydro-agricoles des grands périmètres irrigués. Il est entendu qu'une des conditions du transfert de gérance des périmètres aux usagers est soumise à la protection des bassins versants en amont. Il faut dire également que la participation volontaire des paysans rend les actions très peu coûteuses et faciles

Certes des dispositifs de mesures de perte en terre pour pouvoir apprécier correctement le volume de terre déversée chaque année au niveau du réseau hydro-agricole ne sont pas encore mis en place au niveau des sites de stabilisation des lavaka. Néanmoins, la récupération pour la riziculture irriguée de terrains auparavant ensablés, se trouvant juste en aval des lavaka traités donnent une indication relativement précise des efforts fournis par les groupements paysans dans le traitement des lavaka et leur stabilisation.

D'après les évaluations des quantités de dépôts de sables effectuées par le service du Génie Rural local sur les périmètres irrigués, 75 à 80% proviennent des pertes en terre dues aux lavaka. D'où l'importance de procéder à la correction de lavaka mais ceci doit se faire dans des cas bien précis c'est à dire aux lavaka reconnus dangereux à cause du coût relativement élevé et de la durée des interventions.

L'implication des bénéficiaires dans toutes les opérations techniques est primordiale pour une bonne intégration des usagers dans la protection et l'entretien de l'ensemble bassin versant-périmètre.

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Andriambolaso, B. - La stabilisation de lavaka dans la région du lac Alaotra, Madagascar, pp. 329-341, Bulletin du RESEAU EROSION n° 19, 1999.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr