



**TECHNIQUES BIOLOGIQUES
DE CONSERVATION DES SOLS
EN HAÏTI**



ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR L'ALIMENTATION
ET L'AGRICULTURE



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
DES RESSOURCES NATURELLES
ET DU DEVELOPPEMENT RURAL

PROJET : CENTRE DE FORMATION EN AMENAGEMENT INTEGRE DES MORNES

TECHNIQUES BIOLOGIQUES DE CONSERVATION DES SOLS EN HAÏTI

par : Charles LILIN
A.P. KOOHAFKAN

Juin 1987.

1 - PHOTO de couverture

En l'absence de mesures de protection du sol, la mise en culture des mornes s'accompagne d'une érosion forte : décapage généralisé du sol (deuxième plan), ravines très actives (premier plan) (Kenshoff 1985).

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION	1
I - LES STRATÉGIES DES PROJETS DE CONSERVATION DES SOLS	
A - La logique d'équipement du territoire.....	3
B - La logique du développement agricole	3
C - L'amélioration du débat sur les techniques	5
II - UN OUTIL POUR MAITRISER L'ÉROSION DIFFUSE : LA TERRASSE PROGRESSIVE	
A - Présentation du problème	6
B - Les formes de l'érosion	8
C - Présentation de la terrasse progressive	10
D - Limites à l'utilisation de la terrasse.....	11
E - Terrasses et systèmes agroforestiers	13
F - Terrasses et amélioration de la productivité agricole	14
III - LE TRAITEMENT DE L'ÉROSION LINEAIRE : LES RAVINES	
A - Les formes de l'érosion linéaire.....	15
B - Les ravines torrentielles.....	16
C - Les petites et moyennes ravines.....	17
D - Traitement des sapements de berge	22
IV - ETUDES DE CAS PORTANT SUR DES PROJETS DE CONSERVATION DES SOLS ET DE PLANTATIONS D'ARBRES DANS LES MORNES	
- Etude de cas n° 1 - Le projet de vulgarisation forestière du nord-ouest de CARE.....	23
- Etude de cas n° 2 - Le projet de Pyé Bwa	24
- Etude de cas n° 3 - Traitement de ravines dans la région de Gonaïves.....	25
- Etude de cas n° 4 - Le projet de conservation des sols de Rivière Blanche	28
- Etude de cas n° 5 - Restauration de la fertilité des sols et contrôle de l'érosion dans la Vallée de Jacmel ..	29
- Etude de cas n° 6 - Le projet de défense et restauration des sols du lac de Péligre.....	32
Carte de Haïti	34
Bibliographie	36

INTRODUCTION

Ce rapport porte sur les techniques de conservation des sols adaptées au contexte écologique et social de Haïti. Il met l'accent sur les mesures biologiques, que ce soit pour le traitement de l'érosion diffuse ou pour celui des ravines. Il apporte une contribution à la nouvelle conception des actions de conservation des sols qui se développe en Haïti.

Celle-ci part de l'analyse critique des résultats des projets de lutte contre l'érosion : les projets qui ont atteint les objectifs qu'ils se sont fixés sont l'exception, car dans la majorité des cas les aménagements réalisés ne sont pas entretenus par les paysans et finissent par disparaître.

Les orientations proposées dans ce rapport s'appuient également sur :

- les techniques paysannes élaborées dans d'autres pays pour résoudre les problèmes de l'entretien de la fertilité et de la conservation des sols sur versants à forte pente ;
- les techniques paysannes haïtiennes déjà maîtrisées (rampes de paille, clôtures en haies vives) et pouvant faciliter l'adoption de nouvelles techniques ;
- les conditions écologiques propres à Haïti qui sont favorables à l'emploi de techniques biologiques.

La remise en cause des conceptions anciennes conduit à reformuler les objectifs des projets : il apparaît désormais indispensable d'associer plus étroitement conservation des sols et développement agricole des mornes et, dans ce but, il convient de redéfinir les stratégies générales des projets.

La révision ainsi entreprise nécessite également celle des techniques proposées. La difficulté vient en effet de ce que le matériel pédagogique actuellement disponible dans ce domaine a en général été rédigé une époque où le problème de la conservation des sols était surtout posé comme celui de la mise en œuvre d'un certain nombre d'aménagements décrits dans les manuels et qui avaient prouvé leur efficacité dans divers contextes historiques et géographiques (Alpes à la fin du 19^{ème} siècle, Etats-Unis au début du 20^{ème}). La conviction concernant leur intérêt comme réponse quasi universelle à l'érosion dans des contextes souvent très différents de ceux où ils avaient été mis au point a été forte pendant les décennies qui ont suivi la fin de la deuxième guerre mondiale. Elle reflète une grande foi dans la science et dans le progrès, mais aussi une vision "universaliste" des problèmes et de leurs réponses qui a conduit trop souvent à n'accorder qu'une attention insuffisante aux contextes locaux. Ce rapport se propose de décrire des stratégies et des techniques permettant de mieux atteindre les objectifs d'amélioration de la productivité agricole et de réduction de l'érosion dans le contexte écologique et social des mornes de Haïti.

I - LES STRATÉGIES DES PROJETS DE CONSERVATION DES SOLS

L'analyse des projets anciens de conservation des sols montre que les stratégies mises en œuvre ont rarement été adaptées aux objectifs retenus et au contexte dans lequel intervenait le projet.

La difficulté principale provient de l'utilisation, dans un domaine où elle n'est pas à sa place, d'une stratégie relevant de la logique de l'équipement d'un espace qui a pourtant fait la preuve de son efficacité pour d'autres types d'actions. Pour permettre de mieux relativiser cette stratégie, nous proposons d'analyser les deux logiques principales caractérisant la conception générale des projets : la logique de l'équipement du territoire et celle du développement agricole.

A. LA LOGIQUE D'ÉQUIPEMENT DU TERRITOIRE

Cette logique a été inventée par des **ingénieurs** au sens originel de ce mot (en France, l'origine de l'ingénieur est d'abord militaire, c'était au 18^{ème} siècle l'homme de l'art responsable de la construction des fortifications. Ensuite, son domaine s'est étendu à l'équipement du territoire en routes et en canaux). L'ingénieur agronome est une "invention" relativement récente.

Dans la logique de l'équipement, la priorité est donnée à l'aménagement d'un territoire en privilégiant la **cohérence physique** des processus. L'aménagement est donc pensé à l'échelle du **bassin versant**.

Dans cette logique, le concept d'**intérêt général** joue un rôle central dans la mesure où il légitime l'aménagement et permet de passer outre aux "résistances" de la population locale, celle-ci n'exprimant qu'un point de vue particulier. L'ingénieur, c'est aussi celui qui, en liaison avec les responsables politiques, définit le contenu de l'intérêt général, ce qui lui donne souvent une vision surplombante des choses. Une telle vision conduit à privilégier des points de vue extérieurs à la population dont le territoire est aménagé et à travailler "sur" cette population plus facilement qu'avec elle.

La formation des ingénieurs met l'accent sur la maîtrise de la matière inerte : hydraulique, génie civil. Cette priorité a plusieurs conséquences :

- elle familiarise l'ingénieur avec une logique mécaniste de l'enchaînement des causes et des effets. Chaque problème a une solution et c'est sa compétence technique qui permet à l'ingénieur de la découvrir ;
- elle le conduit à privilégier les aménagements physiques du milieu en matière de conservation des sols.

La logique de l'équipement se caractérise aussi par l'importance de diverses **coupures** :

- coupure forte entre le temps court de la conception et de la réalisation du projet, puis le temps long de l'entretien et de la gestion de l'équipement ;
- coupures fortes en matière de répartition des tâches :
 - * l'ingénieur se réserve les tâches "nobles" (conception du projet), en contrepartie, il porte seul la responsabilité de l'échec s'il y a des erreurs dans la conception ;
 - * la réalisation du projet est confiée à des agents "d'exécution".

Cette vision des choses peut aussi être caractérisée par la fréquence des convictions concernant la **valeur universelle des techniques** mises en œuvre. Cette conviction conduit à chercher la réponse au problème plutôt dans les manuels techniques, avec le risque de ne porter qu'un regard distrait sur le terrain.

Dans les domaines qui nécessitent une forte technicité et une concentration importante de moyens (construction d'ouvrages d'art, d'infrastructures etc), la logique de l'équipement du territoire a permis de faire des progrès importants. L'évolution des techniques a été accélérée du fait de l'existence de corps de spécialistes et le coût des travaux a été abaissé grâce à la rationalisation des chantiers permise par une répartition précise des tâches. Ce n'est donc pas cette logique en tant que telle qui pose problème, mais son utilisation dans un domaine comme celui de la conservation des sols dans un pays en développement où elle n'est pas à sa place.

Certes, cette stratégie fut utilisée avec succès pour résoudre le problème de l'érosion dans les montagnes françaises dans la deuxième moitié du 19^{ème} siècle. Mais le problème se posait alors dans un contexte très particulier : l'exode rural, accéléré par la restauration des terrains en montagne, facilitait l'industrialisation et l'urbanisation du pays ainsi que la conquête et la mise en valeur des colonies, de ce fait il était considéré comme un bienfait. Par ailleurs, l'administration forestière, qui fut chargée de mener à bien cette politique de conservation des sols en montagne, possédait des traditions professionnelles anciennes et disposait de moyens en personnel et financiers importants. L'entretien des boisements et des ouvrages réalisés sur les terrains acquis par l'Etat était de ce fait assuré correctement.

C'est ce contexte très particulier qui explique le succès à la fin du 19^{ème} siècle d'une stratégie de conservation des sols autoritaire et relevant très largement de la logique de l'équipement du territoire. Pendant les années 1950 et 1960, lorsque dans les milieux internationaux la foi dans la science et dans la technique se transformait parfois en scientisme et en technicisme, les stratégies et les techniques de la restauration des terrains en montagne ont été constituées en recettes capables de résoudre les problèmes de conservation des sols dans des contextes pourtant très différents.

Nous présentons maintenant une autre stratégie qui semble plus adaptée au traitement du problème de la conservation des sols dans les pays en développement : celle qui relève d'une logique du développement agricole.

B. LA LOGIQUE DU DÉVELOPPEMENT AGRICOLE

La logique du développement agricole a été inventée par des **agronomes**. Même si ceux-ci peuvent aussi porter le titre d'ingénieur, les agronomes au sens originel de ce mot se distinguent de l'ingénieur de l'équipement du territoire. Dans leur formation, l'accent est mis sur la vulgarisation du progrès agricole. En France, l'ancêtre de l'ingénieur agronome est le professeur départemental d'agriculture chargé, sous la III^{ème} République, à la fin du 19^{ème} siècle, de missions d'enseignement et de conseil auprès du monde agricole.

Dans la logique du développement, la priorité est donnée à l'augmentation de la **productivité agricole**.

L'ingénieur de l'équipement du territoire raisonne volontiers en termes de problèmes techniques à résoudre, ce qui le prédispose à constituer l'érosion des sols en un problème en soi. Par contre lorsque l'objectif est l'amélioration de la productivité agricole, la maîtrise de l'érosion et celle du ruissellement apparaissent comme l'un des volets de la **restauration de la fertilité des sols**, mais ne sont pas posées en objectif en soi.

La notion d'intérêt général n'est pas absente de la tradition de la vulgarisation agricole, mais elle joue ici un rôle moins

central. L'agronome, c'est d'abord celui qui travaille "pour" et "avec" les populations concernées par son action.

De ce fait, dans ses raisonnements il privilégie la **cohérence sociale** des processus. L'aménagement est pensé à l'échelle de la parcelle, puis à celle de l'exploitation, d'un village et du terroir.

La formation de l'agronome met l'accent sur les processus biologiques. Familiarisé avec les processus pédologiques et avec le matériel végétal, l'agronome est conduit par sa formation à privilégier les **traitements biologiques** en matière de conservation des sols : utilisation de composts et de mulch, emploi de matériel végétal vivant.

Dans la logique du développement, l'agronome doit raisonner avec la longue durée des **dynamiques sociales**. Il sait que l'adoption de nouvelles techniques ne se fait pas du jour au lendemain, qu'il faut s'appuyer sur des leaders en mesure de prendre les risques que comporte toute technique innovante si l'on veut voir cette innovation largement adoptée.

Pour réussir, le projet de développement doit être accompagné d'actions d'information, de formation et de démonstration.

L'inscription du projet dans une durée plus longue permet à l'information de circuler dans les deux sens entre l'agronome et la population agricole et facilite la poursuite de la mise au point des techniques avec le concours des paysans concernés.

Pour réussir, l'agronome doit non seulement concevoir un projet techniquement cohérent, mais en plus réussir la greffe de ce projet sur un ensemble de pratiques pré-existantes. Cela suppose qu'il sache **composer avec cette population** et accepter certaines adaptations pour refuser celles qui compromettent l'efficacité de l'aménagement. Mais surtout, cela suppose que l'agronome accepte de bricoler et de passer du statut de "producteur" de l'aménagement à celui de "**co-producteur**". Dans la logique du développement, la mise en œuvre des innovations est décidée par le paysan dans le cadre de son exploitation : la diffusion des aménagements de conservation des sols se fait de façon dispersée dans l'espace et étalée dans le temps. L'agronome doit savoir renoncer au plaisir qu'il y a à contempler son œuvre d'un point "haut", car ses réalisations n'auront jamais la beauté géométrique et la visibilité immédiate des aménagements de bassins versants conçus et réalisés par un ingénieur.

Le changement d'orientation en matière de stratégie des projets de conservation des sols conduit à exploiter l'intérêt du paysan pour une augmentation de la productivité de sa terre. Il convient de réviser les principes du **choix des zones à traiter** en priorité. En effet, les projets de conservation des sols ont jusqu'à présent traité en priorité les secteurs les plus érodés. Ce choix des secteurs où l'érosion est visiblement active est rationnel si l'objectif principal de l'aménageur est de **réduire l'érosion** et s'il a adopté la logique de l'équipement d'un espace. De plus, c'est également sur ces terres à faible productivité agricole que les réticences des paysans face à un projet qui les intéresse surtout en raison des salaires distribués seront les plus faibles.

Le choix d'une stratégie de développement conduit à privilégier le traitement de parcelles moins érodées, tout en sachant que la décision finale de traiter ou non une parcelle appartient au paysan. En effet, l'impact sur la productivité agricole d'un ensemble de mesures visant à restaurer la fertilité du sol et à réduire l'érosion est en règle générale

plus rapide et plus important lorsque le sol n'est pas encore trop dégradé. Par ailleurs, la sécurité en matière de tenure foncière est dans l'ensemble meilleure sur ces terres que sur les terres plus pentues ou plus dégradées, ce qui facilite la diffusion de nouvelles pratiques.

Pour les techniciens comme pour les financiers, ce passage de la stratégie de l'équipement du territoire à celle du développement nécessite un changement dans les habitudes de pensée. Dans la première stratégie, un projet sérieux comporte obligatoirement la description précise des aménagements prévus sur le terrain ainsi qu'un plan d'exécution détaillé décrivant les modalités de leur réalisation. Lorsque nous passons à une stratégie du développement dans laquelle la décision d'aménager ou non telle ou telle parcelle appartient en dernier ressort au paysan lui-même, il est exclu de prévoir dès le départ et avec la même précision la nature des aménagements, leur localisation et les dates de réalisation.

De ce fait, pour beaucoup de personnes non prévenues, les projets conçus dans la logique du développement apparaîtront comme peu rigoureux et imprécis. Cette critique oublie le fait que la précision des projets relevant d'une stratégie d'équipement ne concerne que la description physique des aménagements et que, d'une façon générale, les prévisions concernant leur bon fonctionnement se sont révélées grossièrement fausses du fait d'une implication déficiente des paysans dans l'entretien des ouvrages.

La réduction du risque de dérapage incontrôlé d'un projet obligatoirement défini au départ avec moins de précision en ce qui concerne sa nature, sa localisation et la date de réalisation implique la mise en place d'un **dispositif de suivi** dès le démarrage du projet.



Canal de contour sur versant à forte pente (Ti bois 1985)

C. L'AMÉLIORATION DU DÉBAT SUR LES TECHNIQUES

En Haïti, le débat en matière de techniques de conservation des sols s'effectue souvent dans une logique réductionniste. On discute beaucoup des avantages comparés des **structures mécaniques** (symbolisées par la banquette en courbe de niveau, ou "canal de contour") et des **structures biologiques** (symbolisées par les haies vives). Or, une technique ne doit être évaluée que dans le cadre d'une stratégie donnée. Ainsi, les qualités principales attendues d'une technique ne sont pas les mêmes suivant qu'on l'utilise dans une stratégie d'équipement ou dans une stratégie de développement :

- Dans le premier cas, on attend de la technique qu'elle soit facile à mettre en œuvre dans le cadre d'un projet, ce qui élimine pratiquement toutes les techniques progressives utilisant l'érosion pour construire des terrasses ou valorisant le matériel biologique pour traiter une ravine. Le bricolage qu'implique la mise en œuvre de ces techniques est peu compatible avec le temps court du projet classique.

- Dans le deuxième cas, les critères économiques sont très importants : l'impact de la technique sur la productivité agricole doit être élevé (ce qui conduit à examiner l'intérêt de la technique dans le cadre d'un ensemble de mesures visant à améliorer la productivité agricole). Le coût de l'investissement que représente la mise en œuvre de la technique doit être en rapport avec les contraintes des systèmes de production, ce qui élimine les techniques trop coûteuses par rapport aux disponibilités financières ou en temps de travail des paysans.

La facilité de l'entretien devrait également constituer un critère de choix important pour les techniques mises en œuvre dans la logique de l'équipement. En fait, le débat sur ce point est absent en Haïti. Le canal de contour est une technique fragile nécessitant un entretien régulier : curages, réparation des talus etc... sinon l'ouvrage transforme parfois l'érosion diffuse en érosion par ravinement.

Les techniques à base de matériel biologique nécessitent également un entretien régulier, mais elles posent moins de problèmes si celui-ci est momentanément négligé.

La **moindre fragilité des techniques progressives** (traitement de ravines avec des seuils en matériel végétal, haies vives, terrasses progressives) en cas d'entretien différé ou d'arrivées d'eau excessives fait que celles-ci se prêtent bien aux stratégies de développement : ces techniques supportent mieux une certaine dispersion des aménagements dans l'espace que les canaux de contour.

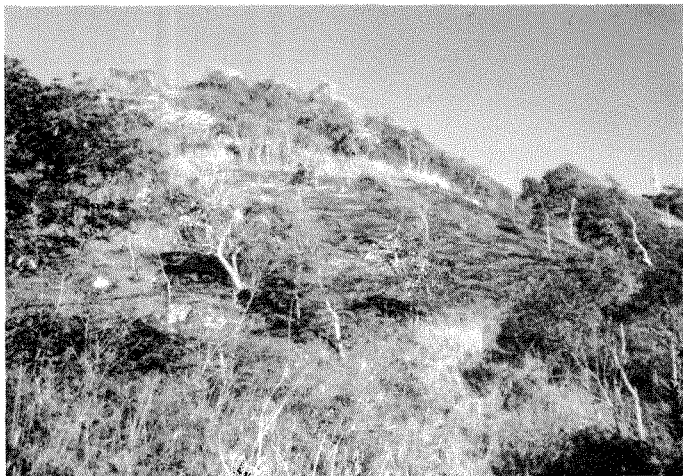
II - UN OUTIL POUR MAITRISER L'ÉROSION DIFFUSE : LA TERRASSE PROGRESSIVE

A - PRESENTATION DU PROBLEME

L'intérêt de la terrasse progressive qui sera décrite un peu plus loin résulte de ce que, d'une façon générale, elle permet à la fois d'améliorer la fertilité des parcelles traitées et de réduire l'érosion par l'eau, et ceci avec des coûts de construction et d'entretien modestes. Ces avantages expliquent que, un peu partout dans le monde, des paysanneries de montagne ont largement fait appel à cet outil pour **remodeler les versants et améliorer la productivité agricole**.

En Haïti, les exemples de terrasses construites par les paysans sont très rares. Cette situation tient à la jeunesse de l'agriculture dans les mornes et à la faiblesse des structures sociales, facteur défavorable à la mise au point et à la diffusion d'innovations de ce type.

Mais si la terrasse n'a pas été "inventée" plus tôt en Haïti, cela tient aussi au fait que, pendant longtemps, d'autres techniques permettaient d'entretenir la fertilité des sols. En effet, la **jachère de longue durée** suivie d'un brûlis constituait une pratique très répandue dans les mornes lorsque la pression de la population sur les ressources était faible. L'augmentation de la population a conduit à une réduction généralisée de la durée des jachères et même parfois à leur disparition en Haïti.



Une technique traditionnelle d'entretien de la fertilité : la jachère de longue durée suivie d'un brûlis (Cap Haïtien 1987)

D'autres pratiques d'entretien de la fertilité existent, mais leur portée est limitée. Ainsi, la fertilité des parcelles situées à proximité des cases est entretenue régulièrement et s'améliore (association d'arbres et de cultures, transferts de fertilité depuis les autres parcelles de l'exploitation). Mais cet entretien de la fertilité ne concerne que des surfaces limitées.



Rampes de paille (culture d'igname sous couvert)
(Ravines des Roches, Limbé 1986).

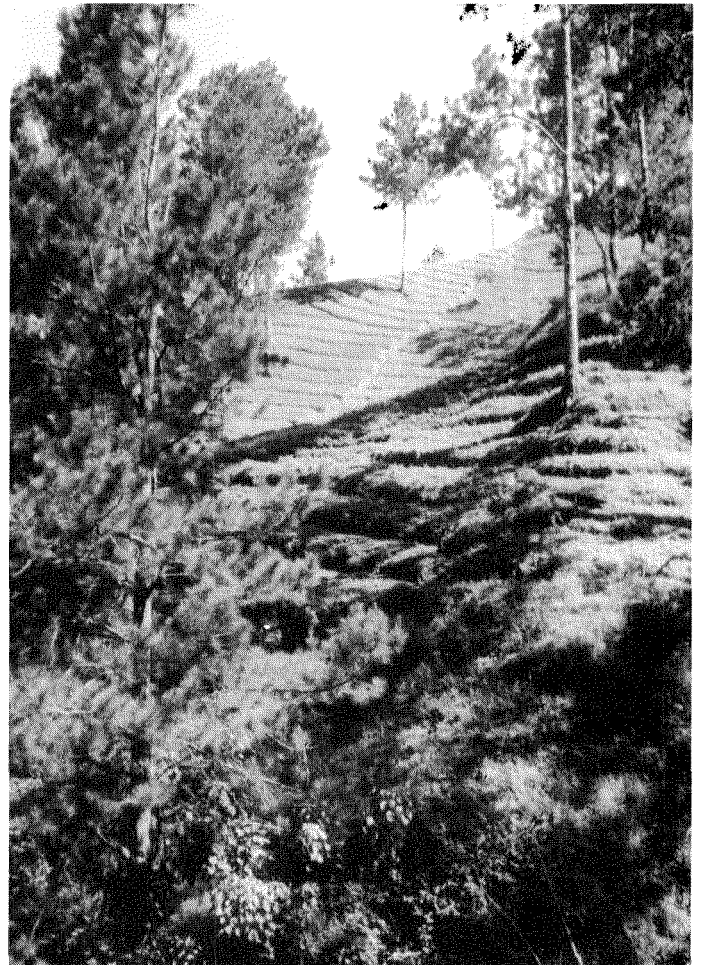
Les "**rampes de paille**" constituent une technique assez largement utilisée sur fortes pentes, mais leur efficacité est limitée pour réduire l'érosion par l'eau. Il s'agit de petites barrières constituées de clayonnages implantées horizontalement dans les parcelles. L'efficacité anti-érosive est en général faible : les ouvrages ne sont pas pérennes (pas d'effet cumulatif pour remodeler le versant) et leur réalisation laisse souvent à désirer : horizontalité approximative, perméabilité trop élevée en l'absence d'un filtre efficace.

De même, les **billons horizontaux** n'ont qu'un impact limité sur le ruissellement : ils sont rarement tout à fait en courbes de niveau et concentrent ainsi le ruissellement dans les points bas. Par ailleurs, les billons cèdent souvent lors des grosses averses.

L'augmentation de la population des mornes conduit d'un côté à la crise des techniques traditionnelles d'entretien de la fertilité (réduction ou disparition de la jachère) et de l'autre à la mise en culture de zones particulièrement fragiles : talwegs, versants à forte pente. Une véritable **agriculture minière** tend à se mettre en place.



Rampe de paille affouillée à sa base (culture de manioc sur la berge à forte pente d'une ravine. Calumettes 1986)



Malgré les billons, le défrichage et la mise en culture de la forêt des pins conduisent à l'apparition de ravines (Kenskoff 1985)



En fond de talweg, malgré les billons, l'érosion en rigoles et en ravines s'amorce (culture de manioc - Calumettes 1986)



▲
▲ Le défrichement et la mise en culture de ces versants à très forte pente conduisent à une érosion généralisée (Kenshoff 1985)



La violence des averses conduit à une forte érosion en nappe (micro cheminée à côté de la pièce d'un quart de dollar traduisant l'importance du décapage superficiel - Kenshoff 1985)

L'**érosion linéaire** qui sera traitée plus loin commence lorsque les entailles sont plus importantes et ne sont plus effacées par les façons culturales. Il s'agit alors de **ravines**. Leur emplacement sur le terrain correspond en général à un creux topographique (vallon, talweg plus ou moins marqué).

Rôle du substrat

L'importance physique et les conséquences économiques de l'érosion diffuse varient suivant la nature du substrat.

Ainsi, sur **basaltes**, la faible perméabilité de la roche mère et des sols favorise un ruissellement élevé et une érosion importante. De plus, des glissements de terrain superficiels se développent facilement sur les versants à pente forte. Cependant, sur ce type de substrat, la vitesse d'altération de la roche-mère est élevée et la pédogenèse est assez rapide. Les possibilités de restaurer la fertilité du milieu après sa dégradation sont relativement bonnes.

Sur **roche-mère calcaire**, la perméabilité des sols et celle du substrat sont généralement meilleures que sur basalte, le ruissellement et l'érosion sont moindres. Cependant, la vitesse de pédogenèse est également plus faible, en particulier sur calcaire dur. De ce fait, la possibilité de restaurer la fertilité une fois le capital sol entamé ou détruit est réduite.

B - LES FORMES DE L'ÉROSION

Erosion diffuse et linéaire

La terrasse constitue un outil permettant de traiter l'érosion diffuse, les remèdes à l'érosion linéaire étant présentés dans le chapitre suivant.

L'érosion diffuse peut prendre différents aspects :

- l'**érosion en nappe** est due à l'écoulement d'une lame d'eau de faible épaisseur qui entraîne les matériaux mobilisés par le **splash** dû à l'impact des gouttes de pluie ;
- l'**érosion en griffes puis en rigoles** est liée à la concentration des eaux de ruissellement. Lorsque les entailles sont de faible profondeur (quelques centimètres) on parle de griffes. Lorsqu'elles atteignent une dimension plus importante, on parle de rigoles tant qu'elles peuvent être effacées par les façons culturales.



Sur ce substrat calcaire, le décapage par l'érosion d'un sol rouge (héritage du passé) constitue un dégradation irrémédiable du milieu (Kenshoff 1985)



Le décapage généralisé du versant a dégagé cette racine de Mombin ainsi transformée en tronc (Calumettes 1985)

C - PRESENTATION DE LA TERRASSE PROGRESSIVE

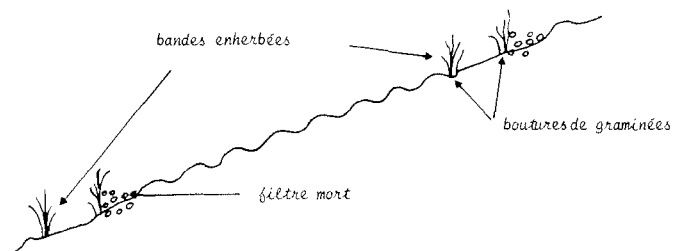
1. Définition

Cet aménagement conduit à remplacer la pente plus ou moins régulière d'une parcelle par une succession de **terrasses**, c'est-à-dire de replats à pente faible ou nulle, et de **talus** à pente forte (ou parfois de murettes). L'aménagement se traduit par un remodelage du versant en marches d'escalier.

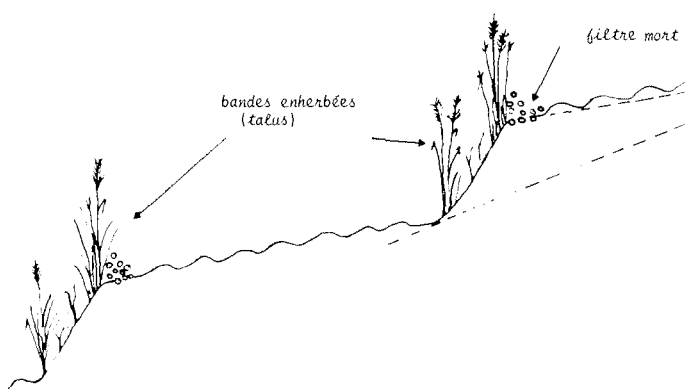
2. Pourquoi une terrasse "progressive" ?

Le remodelage peut être réalisé en une seule fois, avec des engins de terrassement, ou à la main. Mais ce travail est coûteux et le décapage du sol, dans la partie amont de la terrasse, crée souvent des zones de moindre fertilité.

Les terrasses progressives dont il est question ici se construisent d'elles-mêmes, grâce au dépôt de matériaux entraînés par le ruissellement sur la parcelle. Ce dépôt est obtenu en implantant une végétation pérenne sur des bandes horizontales de faible largeur. Ces bandes de végétation freinent le ruissellement et provoquent le dépôt de la terre transportée : elles jouent le rôle de **filtre** ou de **piège à sédiments**. Ce dépôt s'effectue au niveau de la bande végétalisée et surtout un peu en amont de celle-ci, dans une zone où l'eau provenant de la parcelle stagne momentanément lors des pluies importantes et, du fait de la réduction de la vitesse, dépose une partie des sédiments entraînés.



1. Mise en place des bandes enherbées



2. Remodelage du versant obtenu par piégeage des éléments entraînés par l'érosion (stade final)

Fig.1. Construction d'une terrasse progressive.

3. La diversité des bandes de végétation

Les bandes de végétation destinées à se transformer peu à peu en talus peuvent être de natures diverses.

a) Le cas le plus simple et le moins coûteux en travail est celui d'une bande de terrain que l'on cesse de cultiver et sur laquelle le développement de la **végétation spontanée** suffit pour freiner les écoulements.

b) La végétation spontanée de ces bandes non cultivées peut être enrichie ou remplacée par des **cultures fourragères** pérennes, graminées et légumineuses, améliorant ainsi la productivité de cette zone.



Graminées fourragères plantées afin de créer une terrasse progressive (Kenshoff, 1985)

Les espèces herbacées sont choisies en fonction de leur capacité à former des touffes et de leur intérêt économique pour le paysan. Les graminées fourragères comme l'herbe de Guinée, l'herbe de Guatémala et l'herbe Eléphant sont déjà largement utilisées en Haïti et sont faciles à reproduire en pépinière. La citronnelle est intéressante là où existe un débouché. La canne à sucre peut être utilisée sur des terrains ayant un bon potentiel agronomique.

D'autres cultures pérennes, comme le sisal, peuvent jouer le même rôle.

c) La bande enherbée constituée d'**espèces fourragères** peut venir compléter une rangée d'**arbres** plantée pour produire du bois, des fruits et pour améliorer la fertilité du milieu. Cette formule associant la terrasse et l'agroforesterie présente de nombreux avantages et sera examinée plus loin.

La priorité sera donnée à des **espèces ligneuses à croissance rapide**, d'autant plus que le paysan est facilement motivé par la perspective d'un revenu à court terme. Les principales espèces utilisables sont : Casse (Cassia siamea), Neem (Azadirachta indica), Leucaena leucocephala, Frêne (Simaruba glauca), Bois pelé (Colubrina ferruginosa), Casuarina equisetifolia, Bois blanc (Simaruba officinalis), Bois Kapab (Schaefferia frutescens) etc...

L'expérience a cependant montré que les paysans sont aussi intéressés par un certain pourcentage d'**essences à bois dur** et à croissance plus lente, pour la fourniture de bois d'œuvre ; en particulier : chêne (Macrocatalpa longissima), acajou (Swietenia mahagoni).

La demande paysanne est en général forte pour des **arbres fruitiers** en particulier lorsqu'il s'agit de variétés améliorées. Il convient d'être prudent dans ce domaine et de limiter le pourcentage de plants fruitiers, de façon à éviter une surproduction localisée. Les principales espèces sont le manguier, l'avocatier, les citrus greffés.

d) La bande de végétation peut être constituée uniquement d'**espèces ligneuses** arbustives et arborées, constituant ainsi des **haies vives** ressemblant à celles qui clôturent les parcelles agricoles pour les protéger contre le pâturage du bétail.



Terrasses réalisées par les paysans, principalement pour réduire l'entraînement des engrais (cultures maraîchères. Kenskoff 1987)

D - LIMITES A L'UTILISATION DE LA TECHNIQUE

1 - Impact sur les cultures vivrières

L'implantation de bandes de végétation pérenne dans la parcelle se traduit, dans un premier temps, par une baisse de la production vivrière : il y a diminution immédiate de la surface qui lui est consacrée, alors que les effets de l'amélioration de la fertilité n'apparaissent que plus tard et ne sont souvent sensibles qu'en cas d'adaptation du choix des cultures.

La réduction de la surface consacrée aux cultures vivrières est importante dans les parcelles pentues où les bandes de végétation doivent être rapprochées si l'on veut limiter la hauteur des talus et éviter de leur donner une pente excessive.

2 - Contraintes foncières

La création de terrasses constitue un **investissement** dont la **rentabilité** n'est pas immédiate, contrairement au coût (en temps de travail comme en diminution de la surface consacrée aux cultures vivrières).

Pour l'exploitant d'une parcelle qui réalise une terrasse, l'intérêt de cet investissement sera d'autant plus important :

- que sa **sécurité foncière** sur la parcelle aménagée est bonne. Le cas le plus défavorable est celui où l'aménagement valorise la parcelle aux yeux d'autres personnes ayant des droits sur elle et mieux placées pour les faire valoir que l'exploitant. Dans ce cas, l'aménagement peut même favoriser l'éviction de l'exploitant.
- que l'exploitant n'est pas obligé de partager avec d'autres personnes la plus-value apportée par l'amélioration de la fertilité, ce qui est le cas lorsqu'il est **métayer**.

3 - Terrasses et élevage

Le **libre parcours du bétail** n'est pas compatible avec la

mise en place d'un réseau de terrasses. Il interdit l'utilisation de bandes enherbées plantées d'espèces fourragères et, même si l'on choisit des espèces peu appétentes, il pose des problèmes de piétinement de la végétation et de création d'amorces de ravines dans les passages créés par le bétail pour traverser les talus.

La construction de terrasses et le développement de l'élevage sont complémentaires à un double titre :

- la suppression du libre parcours sur les terres cultivées est un préalable à la mise en place de terrasses ;
- la valorisation par l'élevage au piquet ou à l'étable des cultures fourragères rentabilise les bandes de végétation installées.

Le **développement de l'élevage**, en particulier celui du porc, permet au paysan de disposer d'une sorte de réserve pour les périodes difficiles. En cas d'aléa climatique, il sera moins tenté d'abattre les derniers arbres pour s'assurer le minimum de revenu lui permettant d'attendre des jours meilleurs. (Il faut cependant remarquer que le porc n'accepte qu'une quantité limitée de légumineuses ou de graminées dans sa ration alimentaire : en règle générale, il ne pourra pas valoriser à lui seul la production fourragère des bandes enherbées).

Pour développer l'élevage, le projet peut promouvoir des actions dans plusieurs domaines :

- création de **stabulations** ;
- aménagement de **points d'eau collectifs** (mares, réservoirs), ceux-ci pouvant être utilisés à d'autres fins ;
- introduction de **racés améliorés** valorisant mieux les ressources alimentaires mises à leur disposition ;
- amélioration de l'accès au **crédit** et de la **commercialisation** des produits de l'élevage ;



L'utilisation de la clôture en haies vives est très répandue en Haïti (Ti-Bois 1986)

e) Le filtre peut aussi être constitué non par une bande de végétation, mais par une **murette en pierres sèches**. Cette dernière solution est utilisable dans les parcelles très pierreuses.

D'une façon générale, cette technique semble moins intéressante que l'utilisation de bandes de végétation : elle est plus coûteuse en main d'œuvre et ne permet qu'un remodelage limité des parcelles sauf si l'on rehausse régulièrement la murette.

4. La construction du filtre

La végétation implantée constitue rarement à elle seule un **peigne** assez fin et assez continu pour disperser et freiner efficacement les écoulements provenant de la parcelle. L'eau contourne les touffes ou les tiges et les écoulements restent relativement concentrés malgré ces obstacles.

Le filtre doit donc en général être complété par des **résidus végétaux** (branchage, résidus de récoltes, stipes de bananier etc). Ce **filtre "mort"** s'appuie contre les tiges de la végétation vivante et sert à diviser plus finement les écoulements. Ces résidus végétaux (appelés "fatras" dans la plaine d'Aquin) doivent être légèrement enterrés pour éviter que l'eau ne passe par dessous.

Un tel filtre mort est également nécessaire à l'amont des murettes en pierres sèches, pour éviter que l'eau ne trouve des cheminements privilégiés entre les pierres ou sous la murette.

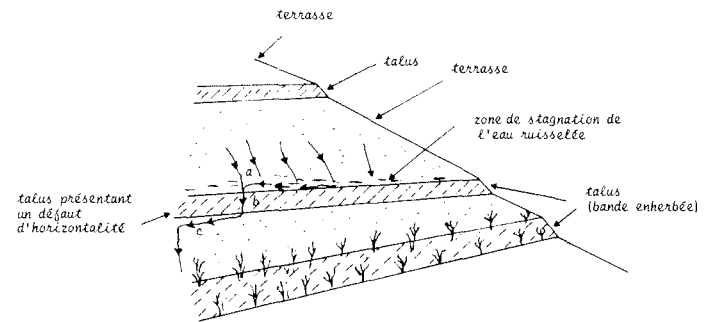
5. L'entretien des terrasses

L'entretien de la bande de végétation doit être régulier pour permettre l'**élévation progressive de la terrasse** ainsi que pour traiter à temps des **brèches** éventuelles. Cet entretien se fait en renforçant la végétation vivante par de nouvelles plantations dans les zones fragiles et en mettant en place de nouveaux filtres en résidus végétaux lorsque les anciens sont détruits ou atterris.

Des **défauts d'horizontalité** de la bande de végétation peuvent provoquer l'écoulement le long de son bord amont d'une partie de l'eau provenant de la parcelle et brutalement freinée. Cet écoulement doit être traité (création d'obstacles pour l'obliger à traverser la bande de végétation et renforcement de celle-ci au niveau de ces traversées) pour éviter l'apparition de ravinements importants.

La base de la terrasse peut être affouillée par les eaux de ruissellement qui ne se sont pas infiltrées dans le talus,

d'autant plus que ces eaux ont déposé leur charge solide et sont plus érosives. Par ailleurs, lorsque le talus est d'une horizontalité approximative, des écoulements peuvent aussi apparaître le long de son bord inférieur et raviner. Les zones affouillées ou ravinées doivent être végétalisées, l'important étant d'intervenir de façon précoce, lorsque l'affouillement ou le ravinement sont encore faciles à maîtriser.



- a. écoulement et ravinement le long du bord supérieur de la terrasse.
- b. ravinement dans la traversée de la terrasse. Risque d'érosion régressive
- c. écoulement et ravinement le long du bord inférieur du talus

Fig.2 Problèmes posés par une mauvaise horizontalité de la bande enherbée.

6. Les effets de la terrasse

Il convient de distinguer les effets de la terrasse elle-même de ceux de la plantation d'arbres qui seront examinés plus loin, même si certains de ces effets se renforcent mutuellement.

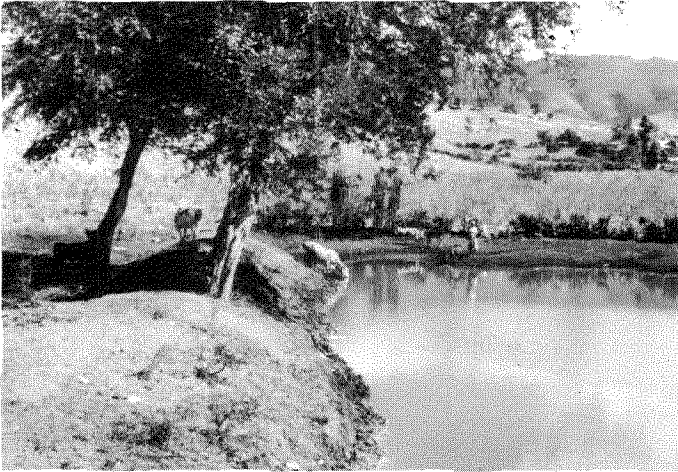
La terrasse a un effet sur le ruissellement et sur l'érosion : une parcelle à pente régulière est remplacée par une succession de marches d'escalier et les écoulements sont freinés, ce qui augmente l'**infiltration** de l'eau et réduit l'**érosion diffuse**.

L'amélioration de l'infiltration de l'eau est due à la diminution de la pente de la zone cultivée, mais aussi au fait que, lorsque la bande de végétation est implantée suivant les courbes de niveau, l'exploitant est conduit à construire les billons avec une horizontalité meilleure qu'en l'absence d'aménagement. L'apparition d'écoulements concentrés est alors retardée et ceux qui apparaissent sont dispersés au niveau du filtre que constitue le talus. De ce fait, l'érosion par rigoles et par petites ravines ne peut pas devenir importante sur la partie du versant aménagée en terrasses.

D'un point de vue agronomique, la terrasse augmente la **fertilité** des terrains : épaisseur des sols plus forte et meilleure alimentation en eau, en particulier en bas de terrasse. Cette fertilité accrue du milieu se traduit d'autant plus par des gains de productivité qu'elle est mieux valorisée du fait d'une **adaptation du choix des cultures** : utilisation de variétés plus productives et, en particulier, plantation d'espèces exigeantes en eau à l'amont immédiat des talus.

La maîtrise du ruissellement permise par la terrasse constitue un préalable à l'utilisation d'engrais minéraux, car elle réduit les **pertes de fertilisants** par entraînement.

- conseils en matière de conduite des élevages, d'**alimentation et d'hygiène animales** et amélioration de l'accès aux produits vétérinaires ou aux aliments complémentaires nécessaires.



Aménagement d'une mare pour l'abreuvement du bétail (Morne à Cabrit 1987)

L'intervention du projet est différente suivant qu'il s'agit d'aider un exploitant, et dans ce cas le projet se limite à mettre à sa disposition, dans des conditions favorables, les intrants et l'expertise nécessaires (main-d'œuvre spécialisée par exemple) ou qu'il s'agit de réaliser un aménagement d'intérêt collectif, auquel cas l'intervention du projet peut être plus importante.

4 - Terrasses et stabilité des versants

Comme nous l'avons vu plus haut, la terrasse augmente l'infiltration des eaux de pluie. Lorsque le versant est raide, ce surplus d'eau infiltré peut favoriser l'apparition d'une érosion par **mouvement de masse**. Tant que la pente n'est pas excessive, la plantation d'arbres à racines pivotantes dans la haie réduit ce risque en s'opposant aux glissements de terrain superficiels.

Sur les versants à pentes très fortes, cette mesure peut s'avérer insuffisante. La mise en place de terrasses se heurte alors à la fois aux problèmes posés par la stabilité du versant et à ceux de l'importance de la consommation d'espace au détriment des cultures vivrières du fait d'un écartement nécessairement faible entre les talus. Il s'agit donc d'une technique à réserver en priorité aux versants à pente faible ou moyenne.

L'amélioration de la productivité agricole obtenue sur de tels versants devrait permettre, dans un deuxième temps, de soustraire les zones les plus raides aux cultures vivrières et de les consacrer à des cultures pérennes ou aux boisements protégeant mieux le sol. Un tel schéma ne peut cependant pas être proposé à ceux des paysans exploitant uniquement des terres sur pentes très fortes : dans ce cas d'autres réponses doivent être cherchées.

E - TERRASSES ET SYSTEMES AGRO-FORESTIERS

L'arbre et la terrasse jouent des rôles complémentaires dans l'amélioration de la productivité agricole et dans la réduction de l'érosion des sols.

1. L'arbre et l'érosion : effets directs.

Planté dans les bandes de végétation qui vont peu à peu former les talus, l'arbre a un rôle direct relativement modeste en ce qui concerne la réduction de l'érosion. Il protège le sol contre l'impact direct des gouttes de pluie et de ce fait réduit

le **splash** (ou rejaillissement) et retarde la formation de croûtes de battance. Mais cet effet protecteur ne s'observe que dans les zones protégées par le couvert des arbres.

Les résidus de l'élagage des arbres, lorsqu'ils sont épanchés sur la parcelle, ainsi que ses feuilles après leur chute protègent le sol contre les effets du ruissellement et jouent un rôle comparable à celui des résidus des récoltes.

2. L'arbre et la fertilité

L'arbre peut jouer un rôle important dans l'amélioration de la fertilité des parcelles, mais il s'agit d'un outil à double tranchant qui peut donner des résultats négatifs lorsqu'il est mal utilisé.

En effet, d'un côté l'arbre a des effets positifs sur la fertilité agronomique :

- grâce aux feuilles il restitue en surface des **éléments minéraux prélevés en profondeur et enrichit le sol en azote** (pour certaines espèces) ;
- il crée un **microclimat** plus favorable aux cultures (effet brise-vent, augmentation de l'hygrométrie etc).

Ces effets sur la fertilité peuvent se transformer en **effets dépressifs** dans certaines conditions :

- lorsque les arbres sont plantés trop rapprochés et qu'une première éclaircie n'intervient pas rapidement. L'élagage joue un rôle comparable à l'éclaircie en réduisant la concurrence pour la lumière entre l'arbre et les cultures.
- lorsque les essences plantées ont un enracinement superficiel ou sont envahissantes ou lorsqu'elles ont un feuillage épais produisant beaucoup d'ombre ;
- lorsque la parcelle est cultivée avec des plantes très exigeantes en lumière.

3 - L'arbre et la productivité agricole

Si nous cherchons à évaluer non plus l'impact de l'arbre sur la fertilité des zones de cultures, mais son rôle dans l'amélioration de la productivité agricole, il faut également prendre en compte la productivité de l'arbre considéré comme une nouvelle culture (production de bois de feu, de poteaux, de bois d'œuvre, de fourrages, de fruits etc).

Compte tenu de la crise énergétique en Haïti et de la rareté de la ressource en bois, la "culture" de l'arbre peut être d'un rapport économique intéressant lorsque les problèmes de commercialisation sont résolus. De ce fait, si la plantation d'arbres a un effet direct sur l'érosion relativement modeste, elle peut avoir un effet indirect très important dans ce domaine en permettant une amélioration du revenu agricole.

4 - L'arbre et l'érosion : effets indirects.

Ainsi la culture de l'arbre réduit la **pression sur les ressources ligneuses** naturelles qui subsistent. Or, elles sont souvent résiduelles et occupent les versants raides ou les fonds de talweg où elles constituent une sorte d'**armature végétale** s'opposant au ravinement. La disparition de cette végétation favorise le développement de l'érosion.

De même, l'amélioration du niveau de vie permise grâce aux revenus provenant des arbres crée des conditions plus favorables à une réduction de la **pression sur les terres les plus marginales**. Or, le développement de cultures vivrières sur des versants à pente très forte (pouvant dépasser 100 %) est un facteur important de l'érosion.

5 - Association de l'arbre et de la terrasse

Les conséquences sur l'érosion et sur la productivité agricole de ces deux outils sont complémentaires et il y a un intérêt fort à les associer systématiquement pour profiter des **effets de synergie**.

Cette association est hautement souhaitable sans être obligatoire. Compte tenu de contraintes telles que la forme du parcellaire, d'autres formules peuvent être retenues (par ex : création de bandes enherbées avec seulement des graminées fourragères et plantation d'arbres dans les haies vives de la clôture).

Un cas particulier est constitué par les versants à forte pente non cultivés. Lorsque ces versants peuvent être reboisés, la construction préalable de terrasses (par exemple à partir de haies vives) ne présente guère d'intérêt, pas plus que la réalisation d'un réseau de canaux de contour. Il s'agit en effet d'aménagements trop coûteux par rapport à leur impact sur le taux de réussite ou sur la vitesse de croissance de la plantation, des techniques moins coûteuses, (micro-terrasses individuelles) étant tout aussi efficaces.

F. TERRASSES ET AMELIORATION DE LA PRODUCTIVITE AGRICOLE

La terrasse progressive et l'agroforesterie constituent des éléments de la réponse à la **crise de la fertilité** dans les mornes.

Mais l'intérêt de ces techniques, du point de vue du paysan, sera souvent fonction de l'existence **d'actions complémentaires** visant à développer l'agriculture et l'élevage. Il s'agit des mesures en vue de l'amélioration de l'élevage déjà évoquées et de mesures agronomiques permettant d'augmenter la productivité agricole.

L'amélioration de la **gestion de la matière organique** joue dans ce domaine un rôle important.

La faiblesse des restitutions organiques a des conséquences non seulement sur la fertilité, mais aussi directement sur l'érosion :

- l'enlèvement des résidus de récoltes prive le sol d'un mulch protecteur ;
- la baisse de la teneur en matières organiques du sol peut diminuer sa stabilité structurale et ainsi augmenter le splash et favoriser l'apparition de croûtes de battance.

Inversement, des mesures visant à améliorer la fertilité des sols ont aussi un impact direct important sur l'érosion, en particulier :

- le maintien en surface de résidus de récoltes ;
- les apports de composts aux parcelles situées à proximité de la caye ;
- la valorisation agronomique des déjections animales.

Ces mesures ont également un impact indirect sur l'érosion. L'augmentation de la fertilité des sols et le choix de variétés plus productives se traduisent par une végétation couvrant mieux le sol et laissant une masse plus importante de résidus après la récolte.

De même que la culture de l'arbre, les mesures agronomiques améliorent le revenu agricole, ce qui conduit à une pression moindre sur les terres marginales qui peuvent alors être consacrées aux boisements ou à des cultures pérennes protégeant le sol.

En conclusion, il faut souligner qu'il n'y a pas de liaison mécanique et fatale entre **l'augmentation de la population** des mornes et la **dégradation écologique du milieu**. L'exemple d'autres pays à forte densité de population et à milieu fragile montre qu'une augmentation de la "pression humaine" peut tantôt conduire à une dégradation accélérée du milieu, comme c'est le cas en Haïti, et tantôt se traduire par une mise en valeur agricole très intensive, comme nous l'observons dans certains pays asiatiques.

L'augmentation de la population se traduit par la destruction des ressources parce qu'il y a **absence d'intensification** de l'agriculture dans les mornes, en dehors de quelques exceptions très localisées.

Les techniques qui sont présentées dans ce document constituent des éléments de cette nécessaire intensification. Mais il n'y a pas de technique miracle et le fait d'avoir mis l'accent sur les aspects techniques ne doit pas faire oublier l'importance de mesures situées dans d'autres domaines qui conditionnent souvent le succès à long terme des actions de développement initiées.

Il s'agit en premier lieu de **mesures économiques**. L'agriculteur ne peut investir dans l'aménagement de son terroir et dans l'amélioration de la productivité que s'il dégage un surplus grâce à des prix de vente rémunérateurs. Il doit aussi avoir accès au crédit dans des conditions satisfaisantes.

Les **aspects institutionnels** sont également importants. Les projets ne peuvent pas tout faire dans le domaine du développement : la mise au point de nouvelles techniques et leur diffusion supposent le développement de services de vulgarisation agricole ayant des traditions professionnelles solides (motivation, compétence, goût du terrain) et disposant de moyens de fonctionnement corrects (crédits pour réaliser les expérimentations, salaires permettant d'attirer les techniciens compétents, moyens de se déplacer...).

L'insécurité de la **tenure foncière** constitue un autre obstacle à l'intensification en ayant un effet dissuasif sur les investissements. Cette contrainte est sélective : elle concerne en priorité les paysans les plus défavorisés et les terres à potentiel productif médiocre. Elle ne constitue pas un obstacle rigide ou un blocage à l'intensification, mais peut la limiter fortement dans certains contextes.

III - LE TRAITEMENT DE L'ÉROSION LINEAIRE : LES RAVINES

A - LES FORMES DE L'ÉROSION LINEAIRE

Nous traiterons les diverses formes que peut prendre l'érosion linéaire en partant de celles où l'écoulement est peu important pour aller vers celles où il l'est plus (grosses ravines, rivières).

1. Où commence l'érosion linéaire ?

La limite qui sépare l'érosion diffuse de l'érosion linéaire a été précisée dans le chapitre précédent.

Rappelons que les ravines sont des entailles importantes, ayant une profondeur d'au moins plusieurs dizaines de centimètres. Elle ne sont pas effacées par les façons culturales habituelles et, en règle générale, leur emplacement sur le terrain correspond à un creux topographique plus ou moins marqué (talweg, vallon...).

2. Ravines et torrents

Une deuxième limite d'un intérêt pratique important est celle qui sépare les **ravines petites et moyennes des grosses ravines à fonctionnement torrentiel**.

Le vocabulaire haïtien est différent dans ce domaine de celui utilisé dans les Alpes où l'on distingue nettement les ravines des torrents. En Haïti, on parle de ravines même lorsque l'écoulement est nettement torrentiel avec un charriage important d'alluvions grossières : dans ce cas nous parlerons de grosses ravines.

Il semble préférable d'utiliser un critère pratique pour définir la limite entre petites et grosses ravines plutôt que de préciser des seuils en termes de surface du bassin versant ou de longueur de la ravine :

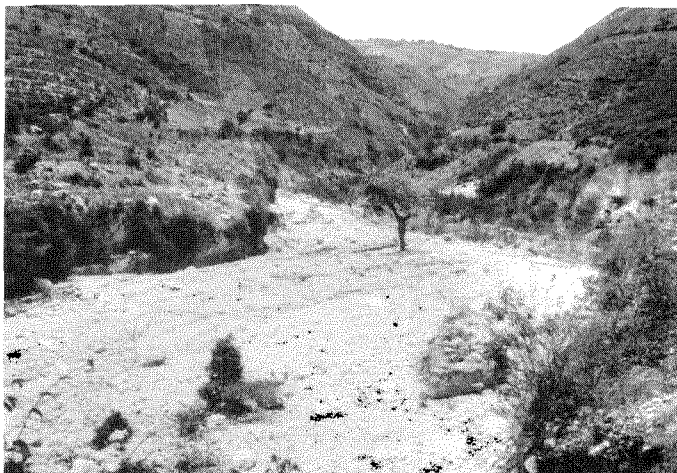
- on parlera de petite ravine (ou de ravine sans précision complémentaire) chaque fois que le contrôle du ravinement peut être obtenu par végétalisation du fond de la ravine ;
- on parlera de grosse ravine ou de ravine à fonctionnement torrentiel lorsque la violence et la fréquence des crues et l'importance du charriage ne permettent pas d'envisager la végétalisation du fond de la ravine dans un délai raisonnable.

Définie ainsi, la limite sur le terrain entre ravines et grosses ravines peut évoluer avec le temps, au fur et à mesure que la torrencialité des écoulements augmente ou diminue avec la dégradation ou la restauration du bassin versant.

Une telle définition conduit à la nécessité de préciser par grandes régions naturelles une **typologie des ravines** qui permette à l'aménageur de définir le type de traitement approprié à partir d'indices observés sur le terrain. Les principaux critères utilisables concernent la taille de la ravine et l'aspect du lit et des berges.

Ainsi, en règle générale, les petites ravines ont une longueur de l'ordre de quelques centaines de mètres et les grosses ravines de quelques kilomètres. Des ordres de grandeur plus précis doivent être définis à l'échelle des régions naturelles, en tenant compte des précipitations, du substrat et de la pente. La ravine de Neg Marron, dans la région de Gonaïves (étude de cas n° 3) peut être traitée par la végétalisation alors que sa longueur est de 5 km et le bassin versant de 408 ha ; par contre la ravine Hippolyte, dans le bassin versant de Calumettes près de Limbé, a un fonctionnement plus torrentiel malgré une longueur de l'ordre du kilomètre, en particulier à cause d'une pente plus forte et d'un substrat de matériaux glissés très érodible.

L'examen de l'aspect du lit permet de compléter le diagnostic : le lit de ravines à fonctionnement torrentiel est en général encombré d'alluvions grossières et sa colonisation par la végétation ligneuse est réduite. Par contre, dans les petites ravines relevant d'un traitement biologique, les alluvions sont plus fines et la végétation ligneuse colonise encore certains tronçons (au moins tant que la dégradation de cette végétation n'est pas trop poussée du fait des mises en culture).



Ravine à fonctionnement torrentiel au débouché dans la plaine. Lit encombré de matériaux grossiers (Rivière Blanche 1986)

3. Le sapement des berges

L'érosion par sapement de berges concerne les très grosses ravines et surtout les rivières.

A chaque grosse crue, le lit mineur fluctue de façon plus ou moins importante :

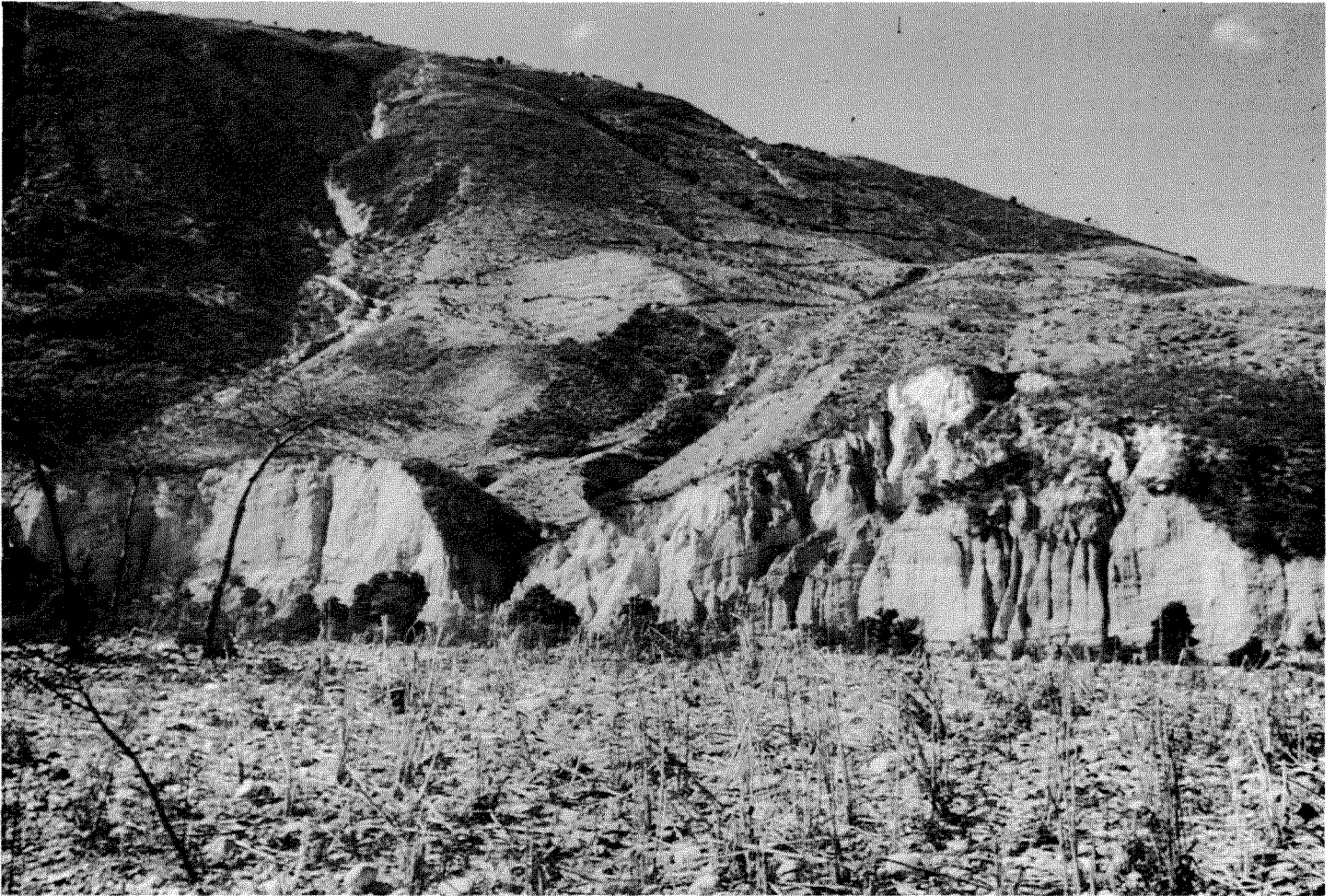
a) la ravine ou la rivière creuse son lit lors de crues d'eaux relativement peu chargées en sédiments. Elle remblie son lit et dépose des alluvions à l'occasion de crues très chargées. Il existe **une instabilité verticale** du lit mineur, avec des fluctuations de son niveau autour d'une valeur moyenne et une tendance générale, au creusement ou au remblaiement, liée à l'évolution du bassin versant : la dégradation provoque plutôt le remblaiement du lit.

b) le lit mineur **fluctue latéralement** du fait du déplacement de méandres ; ces méandres attaquent les terrasses qui bordent le lit mineur.

Les **terrasses récentes** sont peu stabilisées et sont submergées par les crues de façon plus ou moins fréquente, surtout lorsqu'on observe une tendance générale au rehaussement du lit. Malgré le risque de destruction ou de submersion, ces terrasses sont souvent cultivées.

Les **terrasses anciennes** sont plus hautes et non submersibles. Elles portent non seulement des cultures, mais également des routes et des habitations, ce qui augmente les conséquences économiques du recul de la berge de ces terrasses du fait du sapement de la rivière.

Lorsqu'il n'y a pas de terrasse, la rivière peut affouiller directement le versant. Cet affouillement de la base du versant peut être une cause d'instabilité en entretenant des glissements de terrain plus ou moins rapides et plus ou moins généralisés. Dans ce cas, le rehaussement de la rivière améliore plutôt la stabilité du versant par effet de "calage" de son pied.



Important sapement de berge au débouché d'une grosse ravine dans la plaine. Rôle de l'activité tectonique (Rivière Blanche 1987)

B - LES RAVINES TORRENTIELLES

Dans les grosses ravines à fonctionnement torrentiel, le barrage de correction torrentielle est l'outil de base de l'aménageur.

1. Objectifs de l'aménagement

L'aménagement peut avoir plusieurs objectifs :

1.1 stabiliser le profil en long de la ravine dans les secteurs où la tendance générale est au creusement. Ces ouvrages retiennent surtout la partie du versant qui serait peu à peu descendue dans la ravine (par sapement de berges et par glissements) si l'incision s'était poursuivie. Ils arrêtent l'érosion régressive au niveau de la ravine ainsi traitée.

Certes, ces seuils retiennent également des alluvions dans la petite retenue qu'ils créent mais, même s'il s'agit de l'aspect le plus visible, il ne s'agit ici que d'un effet secondaire par rapport à l'arrêt du processus d'incision qui reste l'objectif majeur de l'aménagement.

1.2 retenir des sédiments dans les sections en transit où l'incision est nulle ou faible. De sous-produit, la fonction "retenue d'alluvions" devient ici la fonction principale.

L'intérêt de ce stockage d'alluvions est lié soit à l'objectif "protection d'une retenue contre l'envasement" soit à l'objectif "amélioration des ressources en eau" par un étalement des crues et par le développement de nappes souterraines dans les matériaux alluvionnaires retenus.

2. Principes de l'aménagement de grosses ravines

2.1 Principes généraux de l'aménagement

Certains principes sont communs à tous les aménagements de grosses ravines :

a) **les barrages doivent avoir une grande durée de vie**, puisque la végétation ne pourra pas venir prendre le relais. Ce seront des ouvrages en dur : gabions, mais surtout, chaque fois que cela est possible, maçonnerie de grosses pierres au mortier de ciment.

b) la **végétation joue un rôle important**, même si les barrages sont ici la partie centrale de l'aménagement.

La végétalisation des atterrissements, sauf dans la partie centrale laissée libre pour faciliter l'écoulement des crues :

- * consolide les atterrissements et leur donne une pente plus forte, ce qui se traduit par un volume d'alluvions stockées supérieur ;

- * canalise et recentre les écoulements et évite ainsi les sapements de berge et le contournement des ouvrages ;

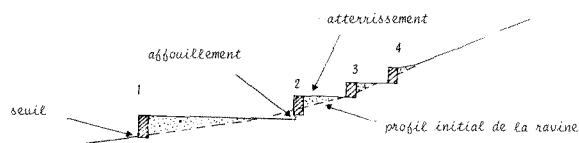
- * suivant le choix des espèces utilisées, produit du bois, du fourrage ou des fruits dans un milieu par ailleurs peu propice à la culture, compte tenu de la torrencialité.

c) **les ouvrages doivent "s'appuyer" les uns sur les autres**, l'écartement étant calculé en tenant compte de la pente de compensation.

Le principe de la **correction "en escalier"** doit être respecté si l'on veut assurer la pérennité de l'aménagement ; un écartement trop important ou la destruction d'un ouvrage compromet à terme la stabilité des ouvrages supérieurs.

En effet, l'érosion régressive est particulièrement rapide lorsqu'une masse d'alluvions tapisse le lit de la ravine. Mais, même lorsque cette érosion est moins rapide parce qu'elle doit inciser la roche en place, nous sommes obligés de raisonner sur des durées longues, compte tenu de la pérennité des ouvrages qui est recherchée. Lorsque, compte tenu d'un écartement trop important entre les ouvrages, la base d'un

barrage est affouillée, le coût de la réparation est élevé (reprise de la maçonnerie en sous-œuvre, construction d'un contre-barrage). Il est économiquement plus rentable de déterminer l'écartement entre les ouvrages de telle façon que le risque d'affouillement soit minimisé.



L'écartement trop important entre les ouvrages 1 et 2 provoque la destruction du seuil 2 par affouillement

Fig.3 Profil en long de ravine torrentielle : principe de la correction

2.2. Principes liés aux objectifs retenus

Suivant l'objectif retenu, les critères permettant de localiser les sections à traiter en priorité, de définir la hauteur optimale de chaque ouvrage et d'évaluer la rentabilité économique de l'investissement seront différents. En particulier :

a) le premier objectif (**stabilisation du profil**) conduit à traiter les sections où l'**incision** joue réellement, sections qu'il convient de distinguer des sections de transit où les fluctuations du lit sont aléatoires, sans tendance générale, ainsi que des sections où la tendance générale est au rehaussement du lit. Il nécessite des **ouvrages de taille modeste**.

L'identification des sections de la ravine où l'incision est active s'appuie sur deux séries de critères. D'une part, il s'agit en général des sections situées en amont, là où la pente du profil en long est plus forte, ainsi que des sections situées sur un substrat affouillable. D'autre part, l'examen de l'aspect du lit fournit également des indices d'une incision : berges très raides traduisant un creusement récent, racines d'arbres mises à nu, glissements de berge.

b) le deuxième objectif (**stockage de sédiments**) conduit à intervenir plus à l'aval, dans les **sections à pente plus faible**, ce qui permet de retenir un volume d'alluvions plus important pour une même hauteur d'ouvrage. Cet objectif conduit à donner une **hauteur plus importante** aux ouvrages.

Les principes du traitement des grosses ravines étant ainsi décrits dans leurs grandes lignes, il convient de se poser la question de la place que pourrait prendre la correction torrentielle en Haïti.

3 - Aspects économiques de la correction torrentielle

Les travaux de correction torrentielle décrits constituent une technologie à la fois coûteuse et fragile.

Le **coût** est lié à l'emploi de matériaux susceptibles de durer (gabions et surtout maçonnerie) et à la nécessité de dimensionner largement les ouvrages pour leur permettre de résister aux diverses contraintes et risques (chocs de blocs, cisaillement par des berges instables, renversement sous la pression de l'eau, affouillement, renardage, contournement...).

La **fragilité** provient de ce que la destruction d'un ouvrage provoque souvent la ruine des ouvrages situés en amont, sous l'effet de l'érosion régressive.

Le traitement d'une grosse ravine n'est justifié que dans le cas où cette ravine menace des enjeux ayant une grande

importance économique, où un service chargé d'assurer l'entretien des ouvrages existe et dispose de moyens en personnel et financiers.

Le plus souvent, des **stratégies alternatives moins coûteuses** existent et conduisent à intervenir :

- **plus en amont**, où le traitement des petites et moyennes ravines décrit plus loin permet en général d'avoir non seulement un impact sur l'érosion et sur les débits, mais aussi d'améliorer la productivité agricole ;

- **plus en aval**, chaque fois que des tronçons de ravine à faible pente pourront être équipés avec des ouvrages de retenue de grande hauteur (par rapport à celle des barrages torrentiels), conduisant à un prix de revient du m³ d'eau stocké meilleur que celui obtenu par des barrages de correction torrentielle situés en amont.

Il faut souligner ici que les très importants travaux de correction torrentielle réalisés dans les Alpes françaises à partir de la deuxième moitié du 19^{ème} siècle ont pour objectif principal de réduire les risques que constituent les torrents pour la vallée. Le coût très élevé de ces travaux est en rapport avec l'importance des enjeux économiques protégés : routes de grande communication, zones urbanisées ou industrielles.

La situation est similaire dans les autres pays alpins. Certes, les travaux de restauration des terrains en montagne participent aussi à la régulation des régimes hydrologiques et à la diminution de l'envasement des retenues, mais leur rôle principal, celui qui explique l'importance de l'investissement réalisé par la collectivité, consiste à assurer la protection de la vallée contre les risques naturels dus aux torrents.

Par ailleurs, la volonté politique d'améliorer la protection des vallées a conduit les pays alpins à mettre en place dès le 19^{ème} siècle des services spécialisés dotés de moyens importants chargés de réaliser les travaux, mais aussi d'assurer l'entretien des aménagements soumis à des contraintes très dures. En cas de dégâts à un ouvrage suite à une crue, il est en effet essentiel de pouvoir intervenir rapidement pour éviter la ruine totale du barrage concerné et, à terme, celle des barrages supérieurs.

En Haïti, compte tenu de l'absence d'enjeux économiques justifiant une protection coûteuse et de faiblesses institutionnelles qui rendent improbable un entretien correct des ouvrages, **l'intérêt des gros travaux de correction torrentielle s'inspirant des réalisations alpines semble être très limité**.

C - LES PETITES ET MOYENNES RAVINES

1. Mesures préventives : maintenir l'armature végétale des ravines

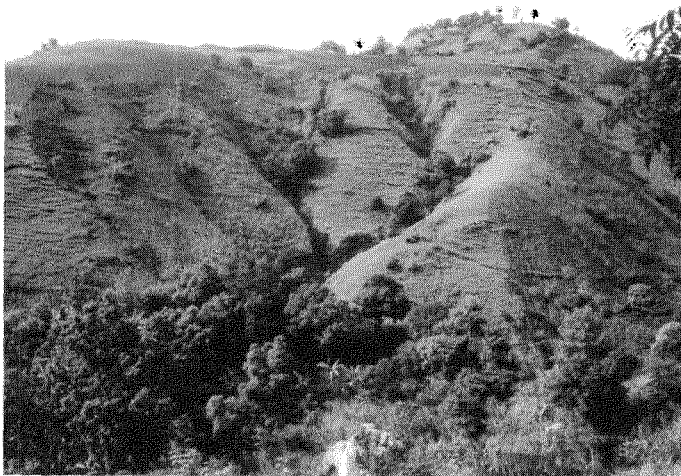
Le développement de l'érosion par ravines sur un versant se fait habituellement en 2 phases.

Dans une **première phase**, la végétation ligneuse initiale est remplacée par des cultures sur une partie de plus en plus importante des versants, mais subsiste dans les bas-fonds. Il s'agit tantôt d'une végétation naturelle préservée, tantôt d'une végétation ligneuse plantée dans ces talwegs mieux alimentés en eau pour profiter de l'humidité.

Si le ruissellement et l'érosion se développent sur le versant, suite aux mises en culture, la végétation pérenne des talwegs joue un rôle important pour réduire la brutalité des crues, retenir une partie des sédiments provenant de l'érosion des versants et prévenir l'incision des ravines.



Erosion régressive dans une ravine à fond plat, en relation avec l'augmentation du ruissellement dans le bassin versant et avec le changement de niveau de base dû à l'activité tectonique (Plaine de Labre 1985).

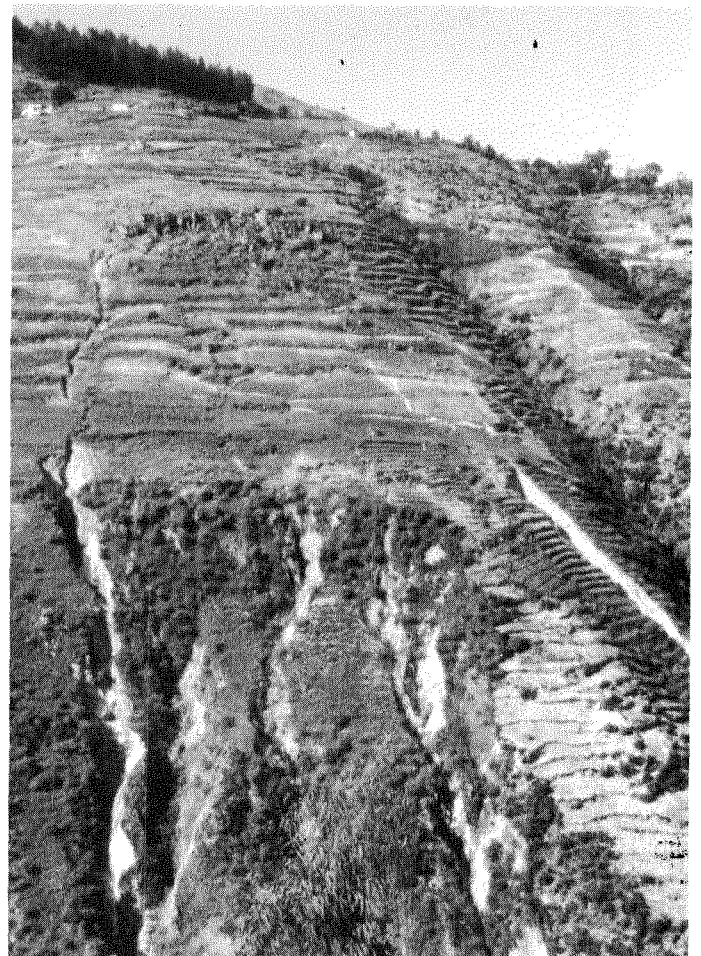


Le déboisement et la mise en culture des versants activent le ravinement (Province de l'ouest - Route Port au Prince - Jacmel 1986)

Dans une **deuxième phase**, la rareté des terres cultivables et une demande accrue en produits vivriers conduisent à la mise en culture des talwegs jusque-là préservés. La suppression de la couverture végétale ligneuse pérenne de ces bas-fonds les fragilise et favorise le ravinement. Cette **fragilisation des chenaux d'écoulement** de l'eau intervient alors que les débits à évacuer sont devenus plus importants, la poursuite de la mise en culture du versant conduisant à une augmentation du coefficient de ruissellement.

L'équilibre antérieur est rompu. Les phénomènes d'incision se développent d'autant mieux que la culture des talwegs interdit la cicatrisation des plaies d'érosion provoquées par des pluies exceptionnelles. Cette incision peut être très rapide (plusieurs mètres en quelques années) lorsque la ravine se développe sur un substrat meuble, et tout particulièrement sur des matériaux mis en place par des glissements de terrain antérieurs.

Le développement de cultures annuelles dans les talwegs est facilité par la méconnaissance des processus ainsi déclenchés et de leurs conséquences non seulement sur les bas-fonds cultivés, mais aussi sur les versants "grignotés" par l'érosion régressive. Pour s'opposer à cette dynamique, il convient de mettre en œuvre des mesures préventives, en particulier la sensibilisation des agriculteurs à ce problème. Il est généralement possible d'observer dans un même secteur géographique les divers stades de la dégradation de la couverture végétale d'un versant et de la reprise de l'érosion linéaire. L'organisation de visites commentées sur ces sites constitue un bon moyen pour obtenir la sensibilisation souhaitée.



Le défrichage et la mise en culture favorisent le ravinement (Kenshoff 1985)

Cette action de sensibilisation sera d'autant plus efficace qu'elle s'intégrera dans une action de développement visant à améliorer la production agricole aussi bien sur les versants que dans les bas-fonds.

L'activité des ravines est très variable d'une région à l'autre en Haïti, en fonction du stade de dégradation atteint. Un cas fréquent est celui où la végétation ligneuse constitue encore une armature, mais où celle-ci donne localement des signes de faiblesse. Il convient donc d'accorder une grande importance aux mesures préventives et au développement de la productivité agricole dans les mornes. Celui-ci permet de réduire la pression exercée sur ce milieu fragile que constituent les ravines.

Une fois que la ravine a commencé à s'inciser, il faut restaurer l'équilibre rompu. Ce sont ces aménagements qui seront maintenant examinés.

2. Objectifs des aménagements

Les aménagements ont plusieurs objectifs :

2.1. l'objectif principal sera généralement l'**amélioration de la productivité agricole ou forestière** par la mise en valeur des atterrissements créés derrière chaque seuil.

Compte tenu d'une intensité des phénomènes torrentiels moindre que dans les grosses ravines, ces atterrissements ont souvent un **potentiel productif** élevé. Au fur et à mesure que la terre s'accumule en amont du seuil, on peut y planter des arbres fruitiers (arbre à pain, manguier, cocotier, bananier etc) et des espèces vivrières exigeantes en eau (masombelles, malongas etc)

2.2. l'objectif de **réduction du débit solide** et de **régularisation des écoulements** a une grande importance. Il concerne surtout les secteurs situés à l'aval de la zone traitée.



Ravinement très actif sur les matériaux remaniés mis en place par un glissement de versant ancien (Calumettes 1986)

3 - Le choix des techniques de correction.

Compte tenu des conditions écologiques rencontrées en Haïti et du matériel végétal disponible, l'accent doit être mis sur le traitement biologique des ravines. L'outil de base est le seuil placé en travers de la ravine et constitué par du matériel végétal vivant. Cet aménagement s'inspire de la technique des haies vives utilisées par les paysans pour clôturer les parcelles cultivées et les protéger contre le bétail. Cette dernière technique, largement répandue en Haïti, est bien maîtrisée par les paysans, mais il convient de l'adapter aux problèmes spécifiques du traitement des ravines.



Rôle de la végétation : racines consolidant le fond d'une ravine à l'aval d'un seuil en pierres sèches (Calumettes 1986)

3.1. - Matériel végétal utilisable

La construction d'un seuil fait appel à divers types de matériel végétal :

- boutures d'espèces ligneuses ;
- sisal et graminées pour mieux freiner l'eau et pour protéger l'aval de l'ouvrage contre l'affouillement.

Parmi les "bois repousse" actuellement utilisés pour la construction des clôtures, il convient de sélectionner les espèces les mieux adaptées aux exigences du traitement des ravines (vitesse de croissance élevée, bonne résistance aux chocs et à l'écorçage comme à l'affouillement et à la submersion).

Les espèces végétales suivantes semblent a priori intéressantes :

- . Candélabre (*Euphorbia lactea*)
- . Pite ou sisal (*Agave rigida*)
- . Pingouin (*Bromelia pingouin*)
- . Gommier (*Bursera simaruba*)
- . Benzolive (*Moringa oleifera*)
- . Lilas étranger (*Gliricidia sepium*)
- . Joyeuse (*Yucca aloifolia*)
- . Bambou (*Bambusa vulgaris*)
- . Goyavier (*Psidium guajava*)
- . Paresseux (*Polyscias pinnata*)
- . Médecinier (*Jatropha curcas*)
- . Casse (*Cassia emarginata*)
- . Graine de lin (*Leucaena leucocephala*)



Construction d'un seuil en bois repousse (ici, des gommiers - Plaine d'Aquin 1987)

Dans chaque région, il convient d'adapter et d'élargir cette liste de plantes utilisables, de préciser les conditions d'utilisation, ainsi que les modalités de la production d'éclats, de boutures ou de plants racinés.

Après installation d'une haie vive en travers du lit, le filtre chargé de favoriser le dépôt des sédiments transportés par l'eau est réalisé au moyen de branchages s'appuyant sur les plants installés. L'élévation de ce filtre doit suivre le rehaussement de l'atterrissement et la croissance des végétaux de la haie vive.

3.2. - Longueur des boutures utilisées

Les boutures de "bois repousse" utilisées par les paysans pour les clôtures sont en général de grande longueur (de l'ordre de 1,50 à 2,00 m), ce qui leur permet d'assurer une protection immédiate de la parcelle contre le bétail.

Il est souhaitable d'utiliser des boutures plus petites pour le traitement des ravines : il semble réaliste de ne pas dépasser une longueur de 1,20 à 1,50 m dont 0,50 m seront enterrés. La récolte des boutures se trouve ainsi facilitée et les conditions de reprise sont probablement meilleures.



Seuil construit avec du matériel végétal divers (agaves, pinguins, gommiers etc - Plaine d'Aquin 1987)

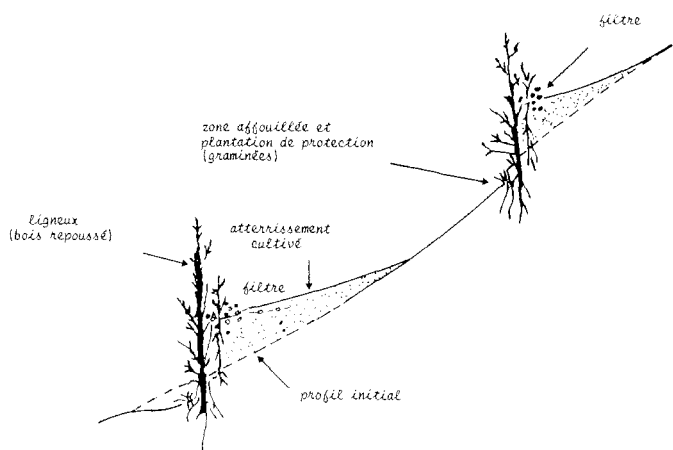


Fig.4 Profil en long de petite ravine : correction par seuils biologiques

3.3 - Techniques d'installation du seuil en matériel végétal

Lorsque les conditions sont favorables, les boutures constituant le seuil peuvent être plantées directement en travers du lit, sans autre précaution, en une ou deux rangées à faible écartement (environ 0,30 m entre les boutures).

Dans certains cas, la **reconquête du lit actif de la ravine** peut être entreprise à partir des deux berges. En effet, le lit actif de la ravine est parfois une zone où la végétation est difficile à installer directement :

- soit parce que les matériaux alluvionnaires sont régulièrement déblayés par les crues et que l'on se trouve sur la roche à nu ;

- soit parce que la hauteur d'eau plus forte en cet endroit lors des crues s'oppose à l'installation de la végétation.

Lorsque ces conditions défavorables jouent, il peut néanmoins être possible de végétaliser la ravine en s'appuyant sur la végétation ligneuse installée sur les deux berges et servant de point d'appui pour des clayonnages.

Une technique observée en Iran consiste à réaliser le seuil en utilisant des corbeilles tressées avec des boutures et remplies de terre une fois mises en place. De cette façon, on crée d'emblée des conditions plus favorables au démarrage de la végétation.

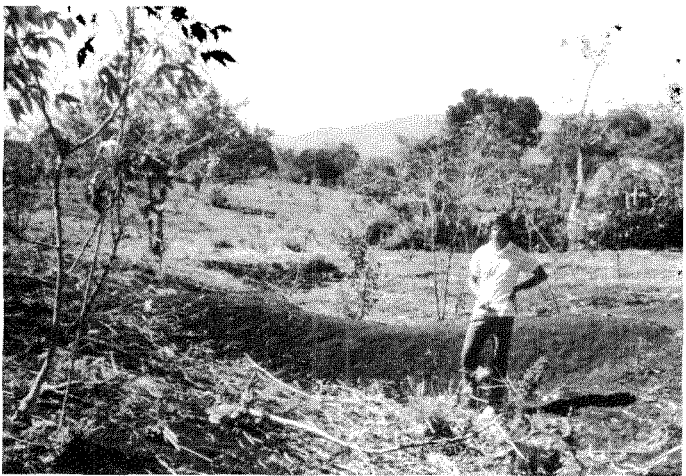
Lorsque le ravinement crée des conditions défavorables à la plantation directe des boutures, une autre technique consiste à construire un petit **seuil en pierres sèches** avant la plantation de ligneux. Ce seuil crée, par son atterrissement, un milieu favorable à l'installation des plants. Par ailleurs, il étale la nappe d'eau s'écoulant dans la ravine lors des crues et aide ainsi le seuil végétal à mieux résister à l'arrachage.

Lorsque les pierres sont rares, elles peuvent être remplacées par des **sacs de récupération remplis de terre** et protégés par une petite couche de terre (s'il s'agit de sacs en plastique dont la dégradation est accélérée par l'exposition aux rayons ultra-violet).

Ces seuils en pierres ou en sacs de terre ont un rôle provisoire, la végétation du seuil biologique prenant ensuite le relais pour maîtriser le ravinement. Il n'est pas nécessaire de leur donner une hauteur importante : en règle générale, une hauteur à la cuvette de 0,50 à 0,80 m suffit.



Seuil en pierres sèches dans une petite ravine (Marigot 1985)



Seuil en sacs remplis et recouverts de terre, avant plantation du matériel végétal (Plaine d'Aquin 1987)

Il faut souligner que le rôle de ces petits seuils est très différent de celui des barrages construits sur les grosses ravines à fonctionnement torrentiel. Dans ce dernier cas, les ouvrages en dur jouent le rôle central et doivent être pérennes, la végétation ne venant que compléter le dispositif de correction. Par contre, dans les petites ravines, l'objectif est de reconstituer une armature végétale pour maîtriser le ravinement. Les ouvrages "en dur" peuvent être nécessaires pour faciliter l'installation de la végétation dans des conditions difficiles, mais leur rôle est provisoire.

4 - L'entretien des ouvrages

Une fois l'ouvrage construit, il convient de veiller à son **entretien** :

- réparation des points faibles du seuil (plantations complémentaires, réfection du filtre en résidus végétaux) ;
- prévention du contournement de l'ouvrage en installant une végétation protectrice le long des berges, végétation renforcée, si besoin est, par la mise en place de branchages ;
- prévention de l'affouillement de l'ouvrage. Elle consiste d'abord à limiter la hauteur de l'ouvrage. Par ailleurs, certaines espèces doivent être installées à son pied pour le protéger : agaves, espèces fourragères à fort développement.

Compte tenu des faiblesses institutionnelles rencontrées en Haïti, cet entretien ne pourra pas être pris en charge par un service administratif. Mais il ne pourra être assuré par les paysans que là où l'impact des seuils sur la productivité agricole sera suffisant, c'est-à-dire lorsque les bas-fonds bien alimentés en eau créés grâce aux seuils sont effectivement mis en valeur.

5 - La localisation des ouvrages

L'espacement entre les seuils de correction d'une petite ravine n'a pas besoin d'être calculé comme dans le cas du traitement d'une grosse ravine à fonctionnement torrentiel. En effet, l'épaisseur d'alluvions est en général faible dans les petites ravines. De ce fait, à partir du surcreusement local dû à la destruction d'un ouvrage, l'érosion régressive progresse moins vite vers l'amont que lorsqu'elle travaille dans des alluvions.

Mais surtout, une fois la végétation installée, celle-ci assure une bonne protection contre l'érosion régressive. En cas de besoin, la plantation à la base de l'ouvrage d'espèces charnues ou à la masse végétale importante constitue un moyen économique de s'opposer efficacement à l'affouillement.

L'abandon du principe de la correction "en escalier" valable pour les grosses ravines donne à l'aménageur une certaine souplesse dans la localisation des ouvrages.

Il pourra en particulier démarrer le traitement là où la **sécurité de la tenure** est bonne et où les propriétaires riverains sont disposés à collaborer entre eux. Si ces conditions sont remplies sur un linéaire important de ravines, d'autres critères pourront être privilégiés :

- intervenir en priorité sur les **tronçons amont**, où les chances de réussite sont supérieures compte tenu d'une torrentialité moindre. Une fois ces secteurs aménagés, le traitement de l'aval sera plus facile (on notera que c'est le principe inverse qui s'applique en correction torrentielle où le traitement progresse de l'aval vers l'amont à partir d'un niveau de base, d'un seuil rocheux ou d'un ouvrage solidement ancré).
- intervenir en priorité sur les **tronçons de ravines propices à la mise en valeur agricole** : configuration topographique permettant de créer un atterrissement important pour un même type d'ouvrage, proximité du village, accessibilité facilitant la surveillance et l'écoulement des récoltes.

6) les actions d'accompagnement : information et suivi

Les actions d'accompagnement sont l'une des clés du succès de l'aménagement. L'investissement en actions d'**information**, de **formation** et de **suivi** doit être important lorsqu'on veut qu'une opération s'appuyant sur la motivation paysanne réussisse. Il s'agit à la fois d'un investissement en temps (mise en place d'actions de démonstration) et en argent (sélection et formation d'un encadrement de terrain : moniteurs et animateurs).

Le choix d'une **stratégie de développement** évitant de se substituer systématiquement au paysan conduit à une structure des coûts et à des résultats différents de ceux observés avec la stratégie d'équipement du territoire :

- dans les **logiques d'aménagement à base de travail salarié** (de façon directe ou déguisée : primes, vivres du PAM...) les salaires représentent une part importante des dépenses et les résultats sont rapidement visibles sur le terrain. Il suffit dans ce cas de mobiliser l'intérêt du paysan pour un salaire, ce qui pose rarement un problème. La survie des ouvrages pose par contre des problèmes sérieux, le projet ayant rarement les moyens financiers et humains nécessaires pour tirer les conséquences de la logique de substitution adoptée et assurer l'entretien. Il s'agit en quelque sorte d'aménagements rapidement "biodégradables".

dans les logiques d'aménagement s'appuyant sur la **motivation du paysan pour l'intérêt économique des ouvrages**, les résultats apparaissent à la fois moins

rapidement et de façon plus dispersée. Par contre, les chances de survie des ouvrages sont meilleures. Une économie importante peut être faite en matière de salaires, même si le versement de primes peut faciliter le démarrage de l'opération. Mais une partie des économies ainsi réalisées doit être affectée à des dépenses en matière d'actions d'information et de suivi.

Le **suivi** est ici particulièrement important :

- il permet des échanges réguliers d'informations entre paysans et encadrement sur les techniques mises en œuvre ;
- il permet de contrôler le travail des moniteurs et animateurs ;
- il permet d'augmenter la visibilité des résultats pour les responsables financiers et politiques et de compenser en partie les inconvénients d'une plus forte dispersion dans l'espace et d'un étalement dans le temps des aménagements.

D - TRAITEMENT DES SAPEMENTS DE BERGES

Comme indiqué plus haut, le sapement de berge concerne :

- soit des terrasses récentes, peu stabilisées et fréquemment submergées ;
- soit des terrasses anciennes ;
- soit des versants affouillés à leur base.

Le traitement utilise deux techniques de base :

- la construction de **digues** ou **d'épis** en gabions ou en maçonnerie, l'emploi d'enrochements semblant exceptionnel en Haïti. Il s'agit d'une technique coûteuse mais donnant des résultats immédiats. Elle est justifiée lorsque des enjeux importants doivent être protégés de façon urgente.

- l'emploi de **matériel végétal** pour augmenter la résistance des berges au sapement. La plantation à faible espacement d'espèces ligneuses à développement rapide permet d'armer les berges et de s'opposer à l'érosion.

Par ailleurs, lors de la submersion par une crue des basses terrasses récentes, cette végétation ligneuse réduit la vitesse du courant dans les zones inondées et réduit les dégâts par engrèvement (effet de filtre pour les alluvions charriées).

Lorsque le rebord de la terrasse est vertical, ce qui est souvent le cas dans les zones affouillées, le **talutage** facilite l'installation de la végétation protectrice... mais suppose l'accord du propriétaire de la zone cultivée.

Lorsque la végétation installée comporte des arbres, ceux-ci doivent être choisis parmi les espèces rejetant facilement de souche. En effet, l'entretien de la végétation installée comporte le **recépage des arbres** : non seulement les rejets de souche assurent une meilleure protection de la berge, mais d'une façon générale les arbres de grande taille sont à éviter dans les zones où l'érosion des berges est active. En effet, lorsqu'un grand arbre est affouillé et tombe dans la rivière, il provoque souvent une reprise brutale du sapement de berges du fait de la perturbation de l'écoulement de l'eau et de la zone d'enracinement mise à nu.

IV - ETUDES DE CAS PORTANT SUR DES PROJETS DE CONSERVATION DES SOLS ET DE PLANTATION D'ARBRES DANS LES MORNES

ETUDE DE CAS N° 1 LE PROJET DE VULGARISATION FORESTIERE DU NORD-OUEST DE CARE

A) PRESENTATION GENERALE

L'objectif de ce projet est de promouvoir chez les paysans du département du nord-ouest la plantation d'espèces ligneuses.

Le projet est mis en œuvre par l'association "Cooperative for American Relief Everywhere" (CARE), organisme non gouvernemental qui, en Haïti, bénéficie de financements provenant de l'USAID.

Dans le département du nord-ouest, ce projet intervient plus particulièrement dans la plaine de Bombardopolis, dans celle de Jean Rabel et dans l'arrière-pays plus montagneux et plus arrosé : les précipitations varient en effet de 600 mm en plaine à 1 200 mm en altitude. Les saisons pluvieuses sont avril-juin et septembre-novembre.

B) CARACTERISTIQUES DU PROJET

Pour développer les plantations paysannes et vulgariser l'arbre comme nouvelle culture apportant un revenu, plusieurs principes ont été respectés dans ce projet :

1 Importance de l'information et de la formation

Le projet a mis en place un encadrement qui comprend :

- * des agronomes auxquels est demandée une présence forte sur le terrain ;
- * des animateurs, responsables en particulier de l'organisation de réunions d'information et qui sont salariés (salaire d'environ 80 à 150 dollars par mois) ;
- * des moniteurs qui touchent un salaire de 50 à 65 dollars par mois ; ils sont en général choisis par les paysans eux-mêmes parmi les membres lettrés du Conseil Communautaire : il s'agit de leaders paysans ayant dès le départ une certaine crédibilité. Chaque moniteur assure le contact avec 30 à 40 paysans planteurs.

Cette structure relativement dense permet d'assurer une information et une formation importantes.

2. Développement de la motivation

Le projet veille à ce que la motivation du paysan soit liée à la **perception de l'intérêt économique de l'arbre** et non à un système de salaires ou de primes. En complément de l'action d'information menée, le projet se contente actuellement de mettre gratuitement des plants à la disposition des paysans.

Cependant, lors d'une première phase du projet (1982-83) une prime avait également été distribuée aux paysans planteurs à l'occasion d'un contrôle 6 mois puis 12 mois après la plantation. Cette prime était de 2 fois 5 centimes de dollar par arbre. Compte tenu d'une demande sociale forte, elle a pu être supprimée ensuite, ce qui réduisait par la même

occasion le risque de voir certains boisements davantage liés à cette prime qu'à la perception de l'intérêt économique de l'arbre.

Le **choix du terrain** planté comme celui de l'espèce utilisée, choisie parmi celles présentes en pépinière, incombe au paysan. La diffusion de *Leucaena leucocephala* a été longtemps favorisée mais on constate actuellement une certaine diversification et des possibilités de choix plus importantes.

Les **espèces à croissance rapide** suivantes sont actuellement largement diffusées, en plus du *Leucaena* :

- Nim (*Azadirachta indica*)
- Frêne (*Simaruba glauca*)
- Bois pelé (*Colubrina ferruginosa*)
- Casse (*Cassia siamea*)

Une demande semble aussi exister pour :

- le chêne (*Macrocatalpa longissima*)
- l'acajou (*Swietenia mahagoni*)

Malgré leur croissance rapide, les espèces épineuses comme l'acacia, le prosopis et le parkinsonia n'ont pas été retenues car elles sont peu appréciées par les paysans.

3. Organisation du suivi

Une grande attention est accordée à l'organisation du suivi, même si le suivi actuel est plus léger que celui, plus systématique, que nécessitait le versement de primes.

Le moniteur et l'animateur réalisent un suivi sur un échantillon représentant 20 % des plantations. Les agronomes organisent le contrôle de 3 % des plantations choisies dans l'échantillon précédent.

Le taux de survie est de 50 à 60 %, ce qui semble correct.

Le suivi a plusieurs fonctions :

- * il produit de l'information technique sur les choix réalisés en matière d'espèces et de techniques de plantations. ;
- * il permet un contrôle de l'activité des cadres de terrain ;
- * il est l'occasion d'échanges d'information entre les moniteurs et animateurs et les paysans.

4. Encouragements à la création de structures-relais

Le projet se préoccupe du développement de compétences locales susceptibles d'assurer la poursuite de l'action après sa fin.

L'objectif recherché est de susciter une **demande sociale** assez forte en matière de plantation pour que, non seulement il ne soit pas nécessaire de distribuer des primes, mais que les paysans soient disposés à acheter les arbres qui actuellement leur sont remis gratuitement.

Dans cette perspective, le projet encourage et soutient la mise en place des pépinières décentralisées. Environ 15 à 20 % des arbres plantés actuellement sont achetés par CARE à de telles pépinières pour être distribués aux paysans.

Les plants sont actuellement fournis par :

- * 5 pépinières centrales produisant environ 1,6 millions de plants pour les deux saisons de plantation annuelles ;
- * 21 pépinières décentralisées produisant environ 0,25 millions de plants.

5. Diversification de l'action

Comme écrit plus haut, l'objectif principal du projet est de diffuser la culture d'**arbres forestiers**, essentiellement en vue de la production de bois (bois de feu, charbon de bois, poteaux, bois d'œuvre).

Pour améliorer les impacts agricoles, le projet a diversifié son action :

* il distribue également depuis deux ans des **arbres fruitiers** (en particulier orangers greffés) et des plants de café (pour les régions plus arrosées de l'arrière-pays) ;

* il diffuse depuis un an la technique des **haies vives** de *Leucaena* en courbes de niveau.

Les haies vives sont implantées sur les terrains dégradés en vue de freiner l'érosion et de restaurer la fertilité des sols.

Le semis de ces haies nécessite environ 2 kg de graines pour 100 m de haies. Leur écartement est de 5 à 6 m dans le sens de la pente.

ETUDE DE CAS N° 2

LE PROJET PYE BWA

A) CARACTERISTIQUES GENERALES

Les caractéristiques de ce projet sont proches de celle du projet de vulgarisation forestière dans le nord-ouest de CARE décrit dans l'étude n° 1. Les deux projets bénéficient d'un financement de l'USAID.

L'organisme chargé de la mise en œuvre est la "**Pan American Development Foundation**" (PADF).

Cependant, le projet Pyé bwa opère à une **échelle plus importante** et concerne la plus grande partie de Haïti. Son siège est à Port-au-Prince, mais il existe 5 bureaux régionaux et une quinzaine de bureaux locaux. Le projet s'appuie sur un **réseau** d'une centaine d'organisations non gouvernementales.

L'objectif principal du projet Pyé bwa est également de promouvoir la **plantation d'arbres en tant que nouvelle culture** chez le paysan.

Là aussi, nous observons une certaine **diversification** des activités du projet avec :

- une petite programme de plantation d'arbres fruitiers ;
- le démarrage d'un programme de création de haies vives de *Leucaena*.

Les **actions de formation** sont comparables à celles mises en place par CARE. Elle s'appuient sur un matériel écrit largement illustré :

- le "liv planté pyé bwa", remis à chaque planteur. Même si celui-ci est analphabète, les dessins l'aident à se remémorer les messages de l'animateur. Ce texte est en créole ;

- le livre "zanmi m'pyé bwa, mon ami l'arbre" destiné à l'animateur est rédigé en créole et en français. La rédaction et l'illustration de ces livres ont pris en compte les réactions de l'utilisateur.

B) ELABORATION DES ORIENTATIONS DU PROJET PYE BWA

C'est vers la fin des années 70 que l'USAID a tiré les conséquences pratiques du constat que la façon de traiter la dimension sociale des projets constituait un facteur important de leur réussite ou de leur échec, en particulier dans le domaine de la conservation des sols et des reboisements.

Elle a alors demandé à un sociologue connaissant par ailleurs bien Haïti d'élaborer un **diagnostic au niveau national** sur les projets de conservation des sols et de plantation réalisés depuis 25 ans. Ce rapport de quelques 250 pages intitulé "Terraces, trees and the haïtian peasant : an assessment of 25 years of erosion control in rural Haïti" a été rédigé par Gerald F. Murray en octobre 1979. Résultant d'une enquête approfondie sur le terrain, il est remarquable à plusieurs titres :

- il donne une grande place au **concret**. Ainsi, entre autres, l'histoire du dérapage progressif d'un projet conçu avec les meilleures intentions du monde est racontée de façon très vivante et permet de comprendre les raisons des échecs ;

- Murray est sensible à la **diversité des contextes** et reste prudent lorsqu'il s'agit de généraliser les conclusions d'une analyse ;

- l'exigence de **rigueur logique** se traduit par la construction d'un ensemble hiérarchisé de facteurs expliquant la réussite ou l'échec d'un projet.

Dans cet ensemble de facteurs, l'élément principal est la capacité du projet à augmenter le **revenu agricole** de l'exploitant. Les projets ont trop insisté sur la nécessité de protéger le sol contre l'érosion, alors qu'il aurait fallu développer le thème de l'accroissement du revenu. La réduction de l'érosion doit être un sous-produit de certaines stratégies de développement de la productivité qu'il convient de promouvoir, mais il y a plus d'inconvénients que d'avantages à la constituer en objectif principal.

Ce rapport met l'accent sur l'intérêt économique de la plantation pour le paysan d'arbres à croissance rapide.

Cette analyse portant sur l'échec ou la réussite des projets a été complétée par d'autres diagnostics réalisés soit par Murray (par ex. sur le problème foncier) ou par Glenn R. Smucker (par ex. une étude réalisée en 1981 pour l'USAID sur le charbon de bois en Haïti).

L'intérêt de ces études préparatoires au projet Pyé bwa est lié à :

- leur importance, que ce soit du point de vue de la durée des enquêtes ou de la richesse des rapports ;

- leur niveau, qui est lié à ce que l'on a fait appel à des spécialistes en sciences sociales déjà familiarisés avec le pays ;

- leur valorisation due à la continuité de la politique du maître d'ouvrage de ces études, qui se traduit par une prise en compte effective des conclusions.

Ce qui semble regrettable, par contre, est la faible valorisation de ces recherches en dehors de l'USAID. Les rapports n'ont pas été traduits de l'anglais et leur diffusion est restée confidentielle.

C) AMELIORATIONS DU PROJET

L'une des critiques qu'il est possible de faire au projet Pyé bwa, au moins dans sa configuration initiale, est qu'il met uniquement l'accent sur la plantation d'arbres.

Or, une simple plantation d'arbres n'a qu'un effet relativement limité sur la fertilité des terres (remontée d'éléments fertilisants, ombrage). Cet effet peut être accru si la plantation est complétée par des mesures conservacionnistes sur les terrains en pente (haies vives en courbes de niveau, composts, mulching...). Il y a synergie entre de telles mesures restaurant la fertilité des sols et la plantation d'arbres.

Il est intéressant de constater que, dans le cadre d'une politique de diversification, le projet Pyé bwa a commencé à promouvoir des haies vives alors que le projet de La Vallée, surtout centré sur la restauration de la fertilité des sols, se préoccupe maintenant davantage du volet "plantation d'arbres".

D) DISCUSSION DES EFFETS DU PROJET PYE BWA

Dans le bilan établi en 1985, Glenn Smucker fournit les informations suivantes sur le projet :

* Arbres plantés

En 4 ans, de 1982 à 1985, le projet a distribué environ 15 millions d'arbres aux paysans. Le taux général de survie de ces arbres est estimé à 36 %.

Pour les deux saisons de plantation de 1985, environ 5 millions d'arbres ont été distribués. Ce sont des arbres tropicaux à croissance rapide. Sur un nombre total d'une quarantaine d'espèces, les espèces les plus plantées ont été Cassia, Nim, Leucaena, Casuarina, Eucalyptus et divers Acacias.

* Paysans concernés par la plantation

Fin 1985, Glenn Smucker estime qu'en 4 ans environ 80 000 exploitants ont planté des arbres distribués par le projet.

* Réseau d'organisations non gouvernementales (ONG) impliquées

En 1985, 106 ONG ont collaboré avec le projet Pyé bwa, mais sur celles-ci 75 ont réalisé à elles seules 99 % des distributions d'arbres. 28 de ces ONG ont fait fonctionner 38 pépinières, avec une capacité annuelle de production de 10 millions de plants.

Une évaluation de ces ONG a été réalisée en prenant en compte leur compétence en matière de gestion, leur motivation et leur accès potentiel à d'autres sources de financement. Elle établit que 30 ONG allaient très probablement poursuivre leur action après la fin du projet Pyé bwa et 25 avec une probabilité raisonnable.

* Aspects financiers

Le projet Pyé bwa a bénéficié pour les 4 années 82-85 d'une aide de 3,9 millions de dollars de l'USAID et de 0,48 millions de dollars provenant d'autres organisations, mais sans compter les aides accordées directement aux ONG par divers organismes.

* Aspects institutionnels

Sur le plan institutionnel, le projet a choisi de s'appuyer uniquement sur le réseau des ONG. Cependant, la formation dans le cadre du projet Pyé bwa de plusieurs centaines d'animateurs et de plusieurs dizaines d'agronomes crée probablement des conditions favorables au développement de traditions professionnelles et pourrait, dans un deuxième temps, favoriser le développement de structures administratives capables d'animer des actions de développement.

* Suivi du projet

Le suivi du projet Pyé bwa est assuré par des chercheurs de l'Université du Maine (U.S.A.).

Ce suivi porte aussi bien sur des aspects techniques que socio-économiques. Il a ainsi mis en évidence l'importance de la mycorhization des plants dans la réussite de la plantation. Il a fourni des informations pour une première appréciation de l'impact de l'arbre sur les cultures se trouvant à proximité. Ce suivi a également montré que, statistiquement, ce sont plutôt les agriculteurs relativement favorisés qui plantent des arbres. Dans certains cas, des effets pervers ont été observés : la plantation a parfois été utilisée par les gros propriétaires pour se débarrasser des problèmes que posent les contrats de fermage ou de métayage.

ETUDE DE CAS N° 3

TRAITEMENT DE RAVINES DANS LA REGION DE GONAIVES

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

La ville de Gonaïves est située dans la province de l'Artibonite. Les aménagements de ravines ont été réalisés dans le cadre du projet FAO/Organisme de développement de la plaine de Gonaïves dont l'objectif principal est d'améliorer l'irrigation dans cette plaine.

Les deux ravines étudiées sont les ravines de Neg Marron et de Sedren.

A) CORRECTION D'UNE RAVINE DE FAIBLES DIMENSIONS : LA RAVINE DE NEG MARRON

Diagnostic

Les caractéristiques de la ravine sont : (rapport de M. Heusch)

Surface du bassin versant	: 408 ha
Longueur	: 5,0 Km
Altitude moyenne	: 230 m
Précipitations	: 900 mm/an.

Il s'agit d'une ravine à fond plat dont le lit majeur a une largeur de quelques dizaines de mètres entre deux versants plus pentus. Le lit mineur est peu marqué ou inexistant. Là où il existe, il est peu profond (de l'ordre du mètre). Dans les élargissements, le lit majeur est en partie cultivé.

Les parties non cultivées portent une végétation ligneuse éparsée, localement très dense, comportant en particulier :

Prosopis juliflora	Bayahonde
Leucaena glauca	Graine de lin
Pithecolobium saman	Saman

Les seuils construits en 1985 avec un espacement de 40 m comportent une partie centrale en gabions située à l'emplacement du lit mineur et complétée de part et d'autre par une digue en terre. La plupart des seuils ont été détruits par la violente crue du mois de mai 1986.

Cet aménagement nous a conduits à nous poser deux séries de questions :

1) une question relative au **dimensionnement de la cuvette** des seuils.

Dans cette ravine à fond plat, le lit mineur est peu incisé dans le lit majeur, par endroits il disparaît même. Ce fait laisse présumer une forte **instabilité de ce lit mineur**, instabilité renforcée par l'importance de la végétation ligneuse qui favorise la formation d'embâcles.

Si l'on retient le principe de seuils en gabions et en terre, il convient de canaliser les écoulements vers la cuvette en gabions. Les digues situées de part et d'autre de la cuvette devraient donc être inclinées (ce qui conduit à une hauteur bien plus importante que celle mesurée maintenant) et renforcées dans leur partie centrale.

Cette modification augmenterait très sensiblement le coût des ouvrages.

2) la deuxième question est relative au **choix de seuils en gabions et en terre** par rapport à des seuils à base de **matériel végétal**.

Un certain nombre d'indices sont en faveur de l'emploi de matériel végétal :

- * la présence d'une couche continue d'alluvions fines dans le lit majeur crée des conditions favorables à la croissance de la végétation ligneuse, comme le montre l'état de la végétation actuelle ;
- * même pour des crues violentes comme celle de 1986, le charriage reste modeste et à base de matériaux relativement fins.



Le déversoir en dur du seuil a été contourné : la crue s'est ouvert un passage (à l'emplacement des deux techniciens) à travers l'aile du seuil, construite en terre compactée (Ravine de Neg Marron 1986)

B) CORRECTION D'UNE GROSSE RAVINE : LA RAVINE DE SEDREN

Diagnostic

Les caractéristiques de cette ravine sont (rapport de M. Heusch) :

Superficie du bassin	: 1022 ha.
Altitude moyenne	: 520 m
Précipitations	: 1 410 mm
Longueur de la ravine	: 8,3 Km.

Il s'agit d'une ravine à caractère nettement torrentiel. Le charriage est important. Le lit est encombré d'alluvions grossières et de blocs.

Cette ravine a été corrigée en 1985 par une série de seuils en gabions d'environ 2 m de haut à la cuvette. La plupart des seuils ont été détruits par une crue violente au mois de mai 1986.



Dans ces ravines affluentes de la ravine de Sedren, la mise en culture (maïs) du talweg favorise l'incision, malgré la présence de quelques arbres (tamarinier, 1986)

Cette destruction est liée à un affouillement dû à des phénomènes de renardage au niveau des ailes comme de la cuvette. Lors de la crue, les seuils n'étaient pas encore atterris ; la mise en pression a conduit à l'apparition de renards sous l'ouvrage. L'effet de ce renardage a été aggravé par l'affouillement des seuils dû à la chute d'eau sous la cuvette.

Il convient de souligner que la période pendant laquelle un barrage n'est pas atterri est une période de grande fragilité. Lorsqu'une crue exceptionnelle survient pendant cette période, sa destruction est un phénomène relativement courant.

Le risque de renardage

Les mesures susceptibles de réduire ce risque de renardage sont diverses :

- * l'**atterrissement** partiel de l'ouvrage dès sa construction est souvent la mesure la plus économique ;
- * un **tapis parafouille** en gabion de 50 cm d'épaisseur débordant largement à l'aval de l'ouvrage ou une **bêche d'ancrage** réduisent le risque de renardage et d'affouillement ;
- * l'**élévation progressive de la cuvette**, au fur et à mesure que l'atterrissement se met en place, réduit le risque de mise en pression hydrostatique de l'ouvrage.

Le choix des matériaux

Il semble plus intéressant de réaliser les barrages en **maçonnerie de pierre avec mortier de ciment** qu'en gabions.

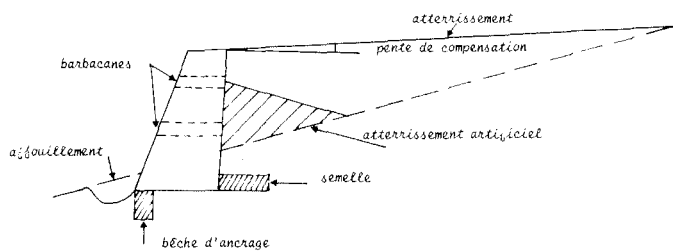


Fig.5 **SEUIL EN MACONNERIE** - coupe au niveau de la cuvette

Dispositifs destinés à améliorer la stabilité de l'ouvrage en réduisant le risque de mise en pression hydrostatique : bêche d'ancrage, semelle, atterrissement artificiel, barbacanes.

La maçonnerie permet en effet :

- * de réaliser des ouvrages plus légers pour la même stabilité (gain en volume) ;
- * d'obtenir des ouvrages résistant mieux à un affouillement partiel (effet voûte dans la maçonnerie : les parties non affouillées soutiennent la section menacée) ;
- * de réaliser des ouvrages plus durables, le problème de la destruction des gabions de la cuvette par cisaillement sous le passage des blocs charriés par les crues étant éliminé ;
- * de résoudre le risque de mise en pression hydrostatique : de grosses buses en béton placées sous la cuvette évacuent les débits de crue pendant la phase

de consolidation de l'ouvrage. Ces conduites sont peu à peu obturées par des planches puis finalement fermées par de la maçonnerie, ce qui permet à la cuvette de jouer alors son rôle normal dans l'évacuation des débits de crue.

Ces grosses buses sont placées en plus des barbacanes situées sur l'ensemble de l'ouvrage et destinées à drainer l'atterrissement.

Les problèmes à résoudre pour passer du gabion à la maçonnerie sont :

- la formation des "boss maçon" ;
- la disponibilité en eau ;
- le contrôle de la qualité des sables (absence de terre) et du dosage en ciment.

Une étude devrait permettre :

- 1) de comparer les coûts relatifs du m³ de gabion et de maçonnerie ;
- 2) de dessiner le profil du barrage en maçonnerie d'une résistance équivalente à celui en gabion.

La végétalisation

Il convient de compléter les ouvrages réalisés par des plantations :

- 1) plantations sur les atterrissements, pour mieux protéger les berges (risque de contournement) et pour augmenter la quantité de matériaux retenus (augmentation de la pente des atterrissements) ;
- 2) plantations ligneuses à faible espacement pour protéger les petites terrasses cultivées dispersées dans le lit majeur contre les divagations du torrent.



Lit large et encombré d'alluvions de la ravine de Sedren. Terrasses non stabilisées et cultivées. Au fond, un seuil en gabions, 1986



Seuil de correction torrentielle vu de l'aval, avec une dépression remplie d'eau créée par l'affouillement (ravine de Sedren 1986)

ETUDE DE CAS N° 4 LE PROJET DE CONSERVATION DES SOLS DE RIVIERE BLANCHE

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

La région de Rivière Blanche est située dans le département de l'ouest. Le bassin versant de cette rivière domine la plaine de Cul de Sac.

Le projet visité fait partie d'un projet de mise en valeur de la plaine de Cul de Sac dont la première version a été élaborée en 1976. Les premières propositions en matière de conservation des sols prévoyaient d'éliminer la végétation ligneuse du piémont (en particulier des bayahondes clairsemés) et d'y implanter des cultures fourragères.

En 1984, le projet de conservation des sols a été reformulé par Arie Shalar du ministère de l'agriculture d'Israël.

I - DESCRIPTION DU PROJET

Les aménagements mis en place depuis 1984 varient suivant leur emplacement sur le versant, aussi nous étudions successivement les secteurs suivants :

- la partie inférieure du versant, c'est-à-dire le piémont ;
- la partie intermédiaire, à pente modérée ;
- la partie supérieure, à forte pente.

A. Les aménagements du piémont

Il s'agit d'un secteur à pente faible ; les choix techniques initiaux (défrichements et cultures fourragères) ont été remis en cause. Les travaux réalisés comprennent :

- * la plantation de *Simaruba glauca* (frênes) sur des terrasses individuelles avec un espacement de 4m sur 4m, c'est-à-dire 625 arbres à l'hectare ;
- * le maintien des *Prosopis juliflora*, (bayahonde) de grande taille.

Les agriculteurs ont été rassemblés dans un groupement agricole. Les travaux sont réalisés par les membres du groupement en contrepartie d'un salaire de 10 gourdes par jour. (2 dollars US)

L'espace entre les arbres est cultivé en sorgho. Le responsable du projet a mis au point une variété à cycle court de 3 mois que les paysans pourront cultiver pendant 2-3 ans après la plantation.

Ensuite les frênes seront trop grands pour permettre la culture du sorgho. Le responsable du projet a pris l'engagement moral de recruter les paysans comme main-d'œuvre pour alors leur assurer un revenu. Le revenu pourra ensuite être assuré par l'exploitation des arbres et par de nouvelles cultures de sorgho.

B. L'aménagement de la partie moyenne du versant

Le projet a construit dans cette partie à pente modérée des murettes en pierres sèches comportant un fossé à l'amont. Le talus aval de ce fossé est planté en espèces ligneuses à croissance rapide : frêne, bois pelé, casuarina. Ces plantations sont bien réussies dans l'ensemble et les arbres sont vigoureux.

C. L'aménagement de la partie amont du versant

L'aménagement de ce secteur est comparable à celui du secteur précédent, sauf que les canaux de contour remplacent les murettes de pierres sèches. Les plantations ligneuses sont également réussies.

II - PROPOSITIONS D'AMÉLIORATION

Les améliorations proposées portent sur les techniques employées et sur les stratégies mises en œuvre.

A - Dans les parties intermédiaires et hautes du versant, les aménagements physiques du terrain réalisés, murettes et canaux de contour, ne semblent pas indispensables à la maîtrise du ruissellement.

En effet, les sols en question sont à la fois pierreux et filtrants. Le ruissellement superficiel ne semble pas important, comme l'indique, entre autres indices, l'absence de dépôts dans les fossés. La plantation sur petites terrasses individuelles donnerait probablement des résultats aussi satisfaisants.

Par ailleurs, sur les pentes fortes, les canaux de contour peuvent favoriser le démarrage du ravinement sur les matériaux mis en remblai.

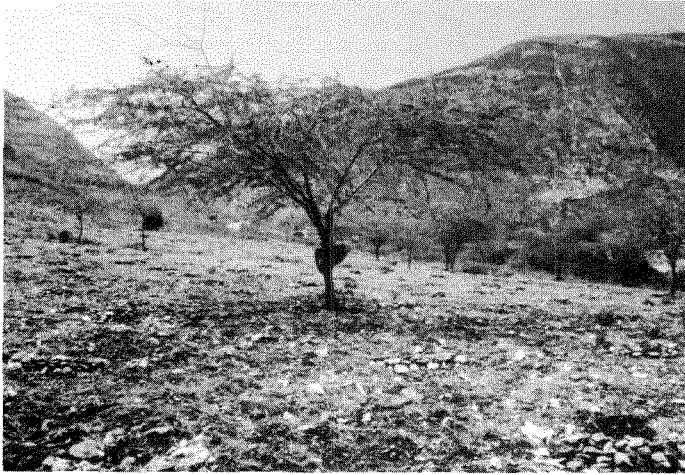
L'existence de quelques ravines importantes entaillant les versants et visiblement actives ne permet pas de conclure à l'importance du ruissellement superficiel. En effet, la circulation hypodermique (ou subsuperficielle) de l'eau a certainement une grande importance sur ces terrains calcaires filtrants.

Les ravines semblent correspondre à la résurgence dans les talwegs des eaux infiltrées. D'autres ravines sont liées à la concentration des eaux de ruissellement sur l'impluvium imperméable que constitue la route d'accès à Rivière Blanche.

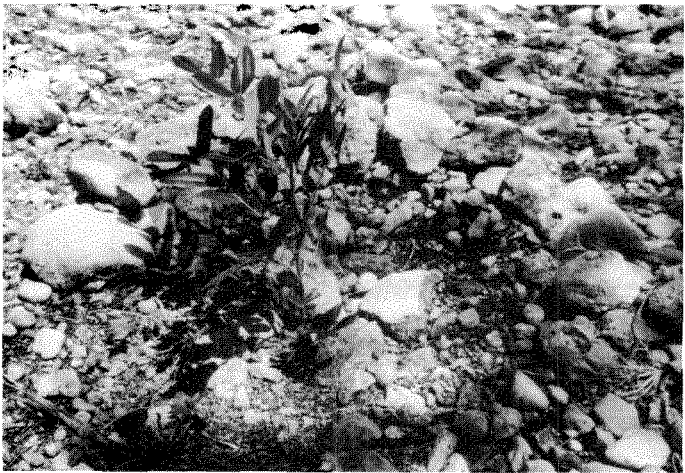
B - Dans la partie basse du versant (piémont) les stratégies utilisées pour la réalisation des aménagements sont discutables.

Certes, le paysan est associé à certains choix techniques comme celui concernant les essences de reboisement, où l'on a tenu compte des préférences exprimées. Par ailleurs, la mise au point de sorghos à cycle court et la préoccupation concernant le revenu du paysan lorsque les frênes empêcheront la culture traduisent l'intérêt manifesté pour son point de vue.

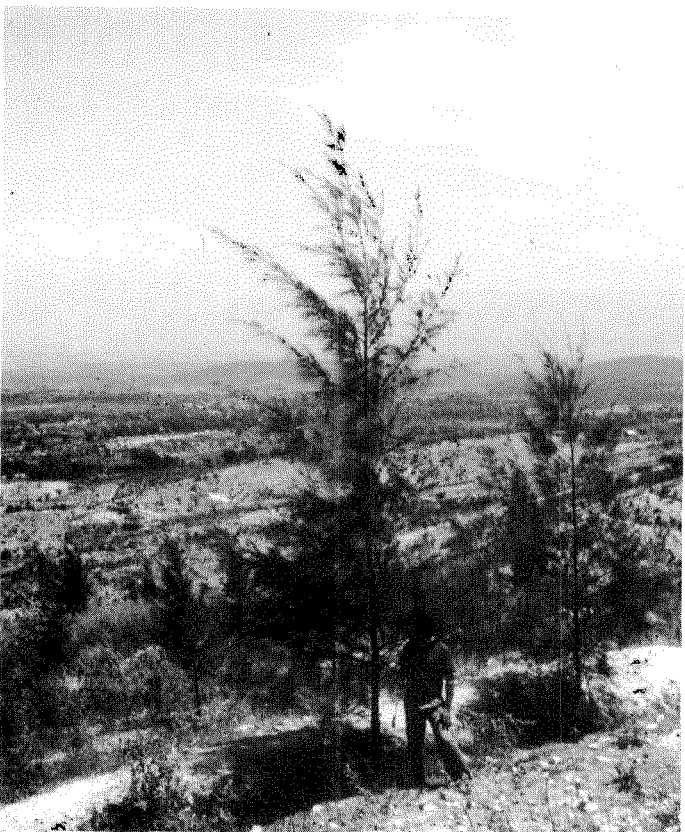
Néanmoins, l'adoption d'une logique privilégiant l'équipement du terrain à l'échelle du bassin versant, avec



Aménagement du piémont. Maintien des bayahondes et plantation de frênes sur terrasses individuelles (Rivière Blanche 1986)



Détail du plant de frêne (*Simaruba glauca*) et de la terrasse individuelle (Rivière Blanche 1986)



Partie haute du versant : canal de contour et plantation de Casuarina (Rivière Blanche 1986)

rémunération systématique des paysans, coûte relativement cher et risque de poser des problèmes d'entretien des aménagements réalisés.

Une stratégie alternative envisageable s'appuie davantage sur le développement de l'intérêt des paysans pour les aménagements. Elle ne peut donner des résultats qu'une fois les choix techniques révisés.

Sur les terrains à pente modérée et ayant une valeur agronomique correcte, la terrasse progressive pourrait constituer l'outil de base pour réduire l'érosion et améliorer la fertilité du milieu, associée avec des mesures agronomiques et la plantation d'arbres. Sur ces terrains, les choix concernant les espèces ligneuses plantées et leur écartement doivent alors être raisonnés pour éviter tout effet dépressif sur la productivité agricole. La priorité donnée à la production ligneuse peut se justifier sur les versants pentus, mais moins dans ce secteur.

ETUDE DE CAS N° 5 RESTAURATION DE LA FERTILITÉ DES SOLS ET CONTROLE DE L'ÉROSION DANS LA VALLÉE

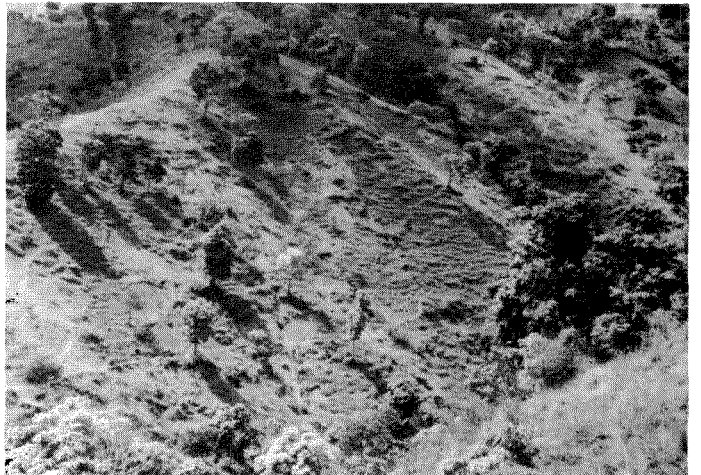
PRÉSENTATION GÉNÉRALE

La Vallée est située dans la province du sud-est à proximité de Jacmel.

Les précipitations sont d'environ 1 500 mm avec deux périodes pluvieuses en avril-mai et en septembre-octobre.

L'érosion des sols est ici un phénomène très général, aussi bien pour les sols sur tufs que pour ceux sur basalte. Elle constitue un facteur important de la baisse de la fertilité des terres.

Les actions entreprises en vue de restaurer la fertilité des sols et de réduire l'érosion constituent l'un des volets du projet de développement intégré de Jacmel qui bénéficie d'un financement FAC-CEE.



Morne à forte pente en cours de dégradation à La Vallée, 1985

I - LA CONSERVATION DES SOLS DANS LE SECTEUR DE LAVIAL

C'est dans ce secteur que les premières actions de conservation des sols ont été entreprises en 1984-85 ; l'expérience accumulée ici a permis d'affiner les stratégies mises en œuvre dans le secteur Jean Rabel.



Souvent construits en sommet de morne, les sentiers favorisent le départ du ravinement (La Vallée 1985)

La zone de Laval a les caractéristiques suivantes :

- population : 420 habitants en 102 familles ;
- surface agricole : 400 ha ;
- importance des revenus extra agricoles compte tenu de l'exiguïté des surfaces cultivées.

Le projet a privilégié une stratégie prenant la parcelle comme cadre, cherchant à mobiliser le paysan et relativement interventionniste. La maîtrise de l'érosion n'a pas été formulée comme un but en soi, mais comme l'un des moyens pour augmenter le revenu des paysans en restaurant la fertilité des sols.

Dans un premier temps, une **parcelle de démonstration** a permis de montrer diverses techniques de conservation des sols (canaux de contour complétés par la plantation d'espèces fourragères et d'arbres, seuils en matériel biologique dans les ravines). La diffusion de ces pratiques de conservation des sols a été accélérée :

- * par la mise à la disposition des paysans du matériel végétal nécessaire ;
- * par un système de primes basées sur l'importance de la surface traitée (mise à disposition de semences, d'outils, de plants d'arbres fruitiers, de porcs, de ciment pour la réalisation d'aires de séchage bétonnées) ;
- * par la mise en place d'un volet "formation" : organisation de stages de 2 jours au Centre des Tufts à la Vallée, visites sur le terrain.

Le problème de l'**insécurité de la tenure foncière** a également été abordé.

Pour les terres où l'exploitant ne disposait pas d'une sécurité suffisante pour réaliser les aménagements, un contrat a été élaboré. Cosigné par le Conseil communautaire (CODEVA) et le représentant du ministère de l'agriculture, il donnait des garanties à l'exploitant par rapport aux co-héritiers pour une durée de 10 ans.

En contrepartie, l'exploitant s'engageait à réaliser les aménagements et s'interdisait la coupe des arbres plantés ou le libre parcours du bétail pour une durée de 9 ans.

II - LA CONSERVATION DES SOLS DANS LE SECTEUR JEAN RABEL

L'action lancée dans cet autre secteur de La Vallée a bénéficié de l'expérience acquise à Laval et d'une lente diffusion des connaissances relatives aux pratiques conservationnistes.

Compte tenu d'une demande sociale plus importante pour les aménagements, le **degré d'interventionnisme** a pu être réduit.

Ainsi, le système des primes a été supprimé :

- * il conduisait à des coûts relativement élevés, malgré la modicité des primes distribuées ;
- * il favorisait des motivations liées à cette rémunération. Dans certains cas, l'intérêt économique de l'aménagement lui-même n'était pas bien perçu. Ce fut le cas par exemple pour les traitements de ravines à Laval (destruction des ouvrages par manque d'entretien).

Si les primes ont été supprimées à Jean Rabel, un **concours** a par contre été mis en place pour récompenser les aménagements exemplaires. Les prix sont constitués par la remise de porcs.

Foncier et sensibilisation

Il y a également eu moins d'interventions à Jean Rabel qu'à Laval pour améliorer la sécurité de la tenure foncière.

En effet, les contrats de 10 ans n'ont en fait guère eu de succès. La forte implication de l'Etat dans ces contrats a favorisé une inquiétude quant à la main-mise de ce dernier sur les terrains concernés. A priori séduisante, l'idée du contrat ne s'est pas révélée bonne dans un contexte où la méfiance du paysan par rapport aux intentions réelles de l'Etat reste très vive.

Cependant, cela ne signifie pas que les terres où la sécurité de la tenure est médiocre ne seront jamais traitées. En effet, le système social est caractérisé par l'importance des relations personnelles. La prise de conscience de l'intérêt des pratiques conservationnistes crée un contexte différent. Lorsqu'il y a un consensus social sur ce thème, des négociations interpersonnelles menées au coup par coup permettent l'extension progressive du traitement à des surfaces qui en sont actuellement exclues. L'appui tacite de la collectivité favorise alors celui qui cherche à aménager, et ceci d'autant plus que, dans certains cas, l'absence d'aménagement pose des problèmes aux terres situées à l'aval.

Formation et encadrement

L'accent a été mis sur les actions de formation et d'encadrement.

A la base de la hiérarchie, l'animateur suit une quinzaine de paysans planteurs et touche pour cela une rémunération modeste.

Le technicien suit l'action de plusieurs animateurs. Il touche un salaire de 150 dollars par mois et une prime indexée sur le nombre de jardins traités et sur la production de la pépinière.

Suivi

En complément des actions de formation, un dispositif de **suivi systématique** a été mis en place.

Le projet a mis au point une méthode afin de suivre la restauration de la fertilité des sols dans les jardins traités. (article de A. Tremblay et L. Jean-Pierre dans la revue de la Faculté de Damien).

L'**impact des aménagements sur la valeur foncière** des terres reflète l'amélioration de leur fertilité. Cet effet semble important. A titre indicatif, dans un secteur voisin, un entrepreneur rachetait des terres dégradées pour 75 à 150 dollars l'hectare, les remettait en état et les revendait avec une récolte d'ignames sur pied pour environ 800 dollars.

Cet impact positif de l'aménagement sur la valeur foncière peut aller à l'encontre des stratégies d'achat du terrain cultivé par des locataires ou des métayers, lorsque ceux-ci

laissent sciemment la terre se dégrader pour abaisser son coût à l'achat. De telles stratégies ne sont pas compatibles avec une action de restauration de la fertilité,

Le suivi est réalisé grâce à la tenue d'un **cahier de suivi** par le technicien et qui donne par exploitant des informations :

- sur les terres exploitées (surface, mode de tenure) ;
- sur les aménagements réalisés ;
- sur les cultures pratiquées.

Les intérêts d'un suivi systématique sont multiples :

- * il permet de contrôler l'action réalisée et sert de base à la distribution des primes aux techniciens ;
- * il est l'occasion d'échanges sur le terrain entre le personnel d'encadrement et le paysan ;
- * il permet de produire des références sur les effets économiques d'un aménagement.

Ce dernier objectif est important, dans la mesure où la justification économique des projets de conservation des sols a souvent privilégié des critères liés à la réduction de l'érosion, alors que celle-ci n'est généralement pas perçue comme un objectif prioritaire par le paysan.

Lorsque l'effet de l'aménagement sur l'augmentation de la production est évoqué, c'est souvent en termes généraux et en s'appuyant sur des références étrangères. Il semble que le suivi mis en place puisse cependant être amélioré sur quelques points :

- * utilisation d'agrandissements de photos aériennes pour localiser les parcelles traitées, les photos non agrandies étant utilisées pour obtenir la vision en relief qui facilite le repérage sur le terrain ;
- * réalisation d'archives photographiques en prenant des vues de versants depuis des points repérés de façon précise ;
- * traitement informatique des données recueillies.

Ces améliorations permettraient d'augmenter la visibilité des résultats obtenus. Un tel objectif est d'autant plus important que l'un des inconvénients de stratégies opérant à l'échelle de la parcelle est la forte dispersion des parcelles traitées et l'échelonnement dans le temps de l'action. De ce fait, les résultats sont peu visibles pour un œil non averti, et ceci d'autant plus que l'on privilégie par ailleurs les interventions biologiques.

Dans le cas de telles stratégies, en général moins coûteuses et plus efficaces que celles qui privilégient l'équipement du terrain, le suivi de l'action et l'amélioration de sa visibilité ne doivent pas être négligés.

Les choix techniques en matière de traitement des parcelles

La technique des **canaux de contour** (banquettes isohypses) a été largement utilisée, mais en soulignant son rôle agronomique. L'accent a été mis sur leur fonction de fosse à compost. Le compost obtenu, mélangé avec la terre entraînée dans le canal, est répandu sur la parcelle. L'utilisation de la terrasse progressive n'a pas encore été testée. La discussion avec les responsables du projet montre que le choix de la technique du canal de contour traduit la difficulté à innover dans le cadre d'un projet. Le projet de Jacmel a innové en intégrant la conservation des sols dans une action plus large de développement agricole. Dans un contexte où le canal de contour constituait l'outil de base de la lutte contre l'érosion, il n'a pas pu ou n'a pas osé remettre en cause cette technique, mais s'est contenté de chercher à l'adapter en essayant de lui donner un rôle agronomique (fosse à compost).

En complément du compost extrait de ces fosses, les paysans ont été encouragés à renouer avec les techniques traditionnelles (mais parfois oubliées) du **paillage** utilisant les résidus de récolte. L'accent a été mis sur le rôle agronomique du paillage (réduction de l'évaporation du sol et de l'envahissement par les mauvaises herbes, enrichissement en matière organique et en éléments minéraux).

Des espèces fourragères ainsi que des **arbres fruitiers** ou forestiers sont également plantés au niveau des canaux de contour.

Il semble que l'aspect forestier du projet pourrait être développé, notamment par des échanges d'informations et de plants avec d'autres projets. Cette observation est également valable pour l'aspect élevage.



Canaux de contour sur un versant sur basalte très dégradé (té fini) et à forte pente (La Vallée 1986)



Canal de contour planté en herbe du Guatemala sur versant à forte pente (La Vallée 1986)



Canal de contour planté avec de la canne à sucre sur versant à forte pente : un glissement superficiel a entraîné une partie de la plantation (La Vallée 1986)

ETUDE DE CAS N° 6 LE PROJET DE DEFENSE ET RESTAURATION DES SOLS DU LAC DE PELIGRE

I - PRESENTATION GENERALE

Le lac de Péligre est situé sur la rivière Artibonite dans le département du Centre. 40 % de son bassin versant sont situés en République Dominicaine. Le lac de barrage a 30 ans. Sa capacité de stockage initiale était de 460 millions de m³.

La vitesse de l'envasement de ce réservoir est passée de 4 à 5 millions de m³ d'apports solides par an à environ 12 millions actuellement. Le volume cumulé des sédiments déposés dans le lac depuis sa création est de 182 millions de m³.

Le lac a deux objectifs : la production d'énergie électrique (48 mégawatts) et le stockage d'eau pour l'irrigation.

L'importance économique du lac de Péligre pour Haïti justifiait la mise en œuvre d'un programme de DRS prioritaire.

Le projet de défense et de restauration des sols constitue l'un des volets du programme de mise en valeur agricole de l'Organisme pour le Développement du Bassin du Fleuve Artibonite (ODBFA).

Le projet de DRS du lac de Péligre

Des études préalables portant sur le bassin versant du lac de Péligre ont permis de définir les bassins critiques responsables d'une part importante des apports de matériaux.

Le bassin constitué par les 12.700 ha qui entourent le lac avait été considéré comme responsable de 20 % des apports solides.

Le programme de DRS prévoit la réalisation :

- de canaux de contour et de murettes en pierres sèches sur les versants et de seuils dans les ravines ;
- de plantations d'arbres forestiers ou fruitiers venant compléter ces ouvrages.

En 3 ans, depuis 1983, 3 000 ha ont été traités avec un coût moyen de 1 000 dollars l'hectare (coût variant entre 750 et 1 250 dollars).

L'entretien des ouvrages est programmé dès leur réalisation et entièrement pris en charge par le projet.

Modalités de réalisation des travaux

Les conseils communautaires des régions concernées par l'aménagement ont pour rôle de fournir les chefs d'équipe chargés d'encadrer la main-d'œuvre engagée sur le chantier de DRS. Cette main-d'œuvre est en partie étrangère à la zone d'intervention.

Le travail réalisé est payé à la tâche, au prix de 8 gourdes le m³ de terrassement. Les présidents des conseils communautaires participent au contrôle des bulletins de salaire. Le travail s'effectue surtout en période creuse du point de vue des activités agricoles.

Les actions de formation visent le personnel d'encadrement technique des chantiers responsable de l'exécution correcte des aménagements prévus et du métré des travaux réalisés. L'accent est mis sur la recherche de l'efficacité à tous les niveaux de la hiérarchie.

II - AMELIORATIONS PROPOSEES

La stratégie mise en œuvre, clairement formulée et ayant une forte cohérence interne, privilégie la **logique de l'équipement**. Ce choix est justifié par les responsables à la fois par l'urgence d'une maîtrise de l'érosion dans ce secteur, compte tenu de l'importance des enjeux, et par leur expérience négative en matière d'autres stratégies s'appuyant davantage sur les paysans.

Cependant, le débat sur le choix de la meilleure stratégie mérite d'être ouvert à nouveau.

Quels sont les coûts et avantages, ainsi que les conditions de mise en œuvre, des deux stratégies :

- celle qui adopte la logique de l'équipement, utilise comme cadre le bassin versant et s'appuie sur les seules motivations liées à la rémunération ;

- celle qui adopte la logique du développement, utilise comme cadre la parcelle et s'appuie sur les motivations concernant les effets sur la productivité des aménagements pour mobiliser le paysan.

Le débat mérite d'autant plus d'être rouvert que la plupart des échecs des tentatives pour mobiliser le paysan peuvent être expliqués par des incohérences dans leur mise en œuvre.

a) les aménagements proposés pour maîtriser l'érosion sont souvent peu adaptés au contexte haïtien, à la fois du point de vue du milieu physique traité et du milieu paysan concerné.

La plupart des aménagements observés en Haïti traduisent une **sous-estimation de potentiel de la végétation** pour contrôler le ruissellement et une **méconnaissance des techniques biologiques**.

Ceci conduit à la réalisation d'aménagements coûteux en temps de travail et difficiles à entretenir. Par ailleurs, ces aménagements fragiles supportent mal la dispersion dans l'espace.

b) **l'effet sur le rendement agricole** des aménagements est rarement mis en évidence de façon crédible, on parle trop d'érosion et pas assez de productivité. Or, à condition de promouvoir simultanément des mesures complémentaires (choix de cultures, compostage, mulching), l'impact sur le rendement de techniques comme la terrasse progressive semble souvent devoir être important ;

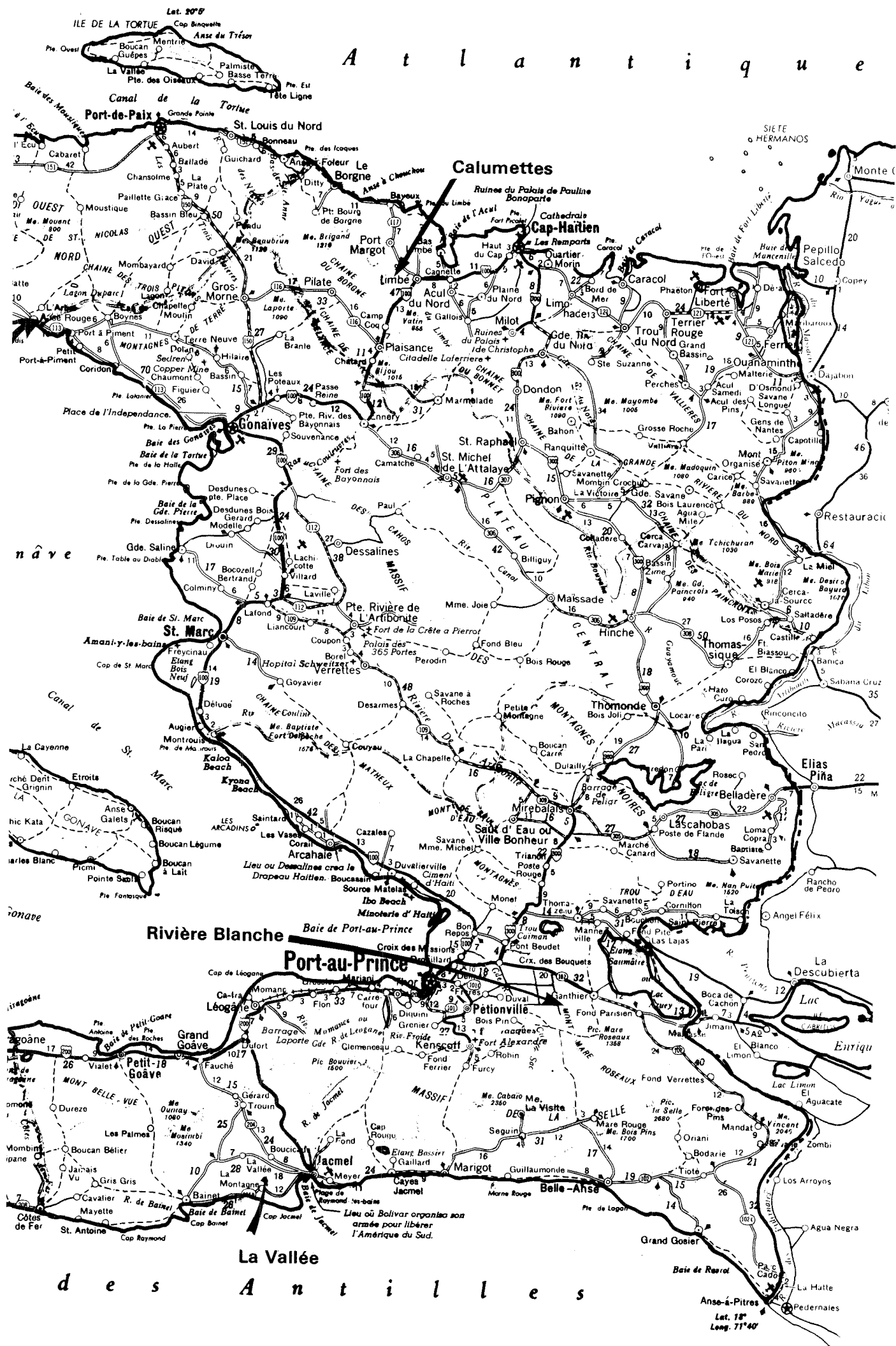
c) les **actions complémentaires** de formation et de mise en place d'un encadrement motivé et compétent sont souvent négligées ;

d) les **préoccupations des paysans concernant le risque de mainmise de l'Etat** sur les terres aménagées ne sont pas prises en compte.

La comparaison entre les deux stratégies est souvent faussée lorsqu'il s'agit du temps nécessaire à la réalisation des objectifs. Certes, le temps long nécessaire pour mener une action de développement est différent du temps court des projets situés dans une logique d'équipement. Cependant, lorsque les conditions énoncées sont respectées, la production d'un changement des pratiques peut être relativement rapide.

Par ailleurs, il convient de ne pas oublier lors de cette comparaison que, dans une logique d'équipement du terrain, la faiblesse des ressources disponibles conduit à un étalement dans le temps de la réalisation de l'aménagement.

A t l a n t i q u e



BIBLIOGRAPHIE

- 1 - **Bouchet (G) et Brochet (M)** - Action de développement dans les mornes basaltiques érodées de Laval. Poly. FAC - CEE - DAJA 1983
- 2 - **Bureau (J.C.)** - Note de synthèse sur les actions de conservation des sols en Haïti - Doc. Polycopié - Mission française de coopération et d'action culturelle 1986 - 95 p.
- 3 - **Collectif** - Espace rural et société agraire en transformation, des jardins haïtiens aux marchés de Port-au-Prince
Recherches Haïtiennes n° 2 - 1980 - 232 p.
4. **Groupe de Recherche Développement** - Mode de tenure en Haïti et "degré de sécurité" - Madian Salagnac - 1979 - 9 p.
5. **Koohafkan (P.A.) Lilin (Ch)** Conséquences pour la formation des techniciens des nouvelles orientations des actions de conservation des sols à Haïti. Bull. Rech. Agron. Gembloux 1985 - 8 p.
6. **Koohafkan (P.A.)** - Compte-rendu du colloque sur le problème de l'érosion, de la conservation des sols et de l'aménagement de bassins versants en Haïti. doc. polycopié - Centre de Limbé - 1985 - 10 p.
7. **Lilin (Ch.)** (en collaboration avec l'équipe INRA de Rungis)
Histoire de la restauration des terrains en montagne au 19ème siècle
Cah. ORSTOM sér. Pédol. vol XXII, n° 2 - 1986 (7 p.)
8. **Mazoyer (M.)** - La crise des agricultures paysannes - Institut Français d'Haïti, 1984.
9. **Murray, (G.F.)** Land tenure, land insecurity and planned agricultural development among haïtian peasants, USAID 1978
- 10 - **Murray (G.F.)** Terraces, trees and the haïtian peasant - 25 years of erosion control in Haiti-USAID, 1979 -
- 11 - **Régis (G.) Toussaint (J.R.)** Fiche technique du projet de Ti-bois - Doc. polycopié - Centre de Limbé - 1986 - 11 p.
- 12 - **Schnabele (Ph)** - Les méthodes de lutte contre l'érosion à la Vallée de Jacmel - C R D La Vallée - 1983 -

